

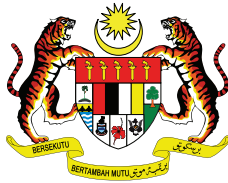


KEMENTERIAN PENDIDIKAN MALAYSIA

# KIMIA

## TINGKATAN 5





# **RUKUN NEGARA**

**Bahawasanya Negara Kita Malaysia**  
mendukung cita-cita hendak:

Mencapai perpaduan yang lebih erat dalam kalangan  
seluruh masyarakatnya;

Memelihara satu cara hidup demokrasi;

Mencipta satu masyarakat yang adil di mana kemakmuran negara  
akan dapat dinikmati bersama secara adil dan saksama;

Menjamin satu cara yang liberal terhadap  
tradisi-tradisi kebudayaannya yang kaya dan pelbagai corak;

Membina satu masyarakat progresif yang akan menggunakan  
sains dan teknologi moden;

MAKA KAMI, rakyat Malaysia,  
berikrar akan menumpukan  
seluruh tenaga dan usaha kami untuk mencapai cita-cita tersebut  
berdasarkan prinsip-prinsip yang berikut:

**KEPERCAYAAN KEPADA TUHAN  
KESETIAAN KEPADA RAJA DAN NEGARA  
KELUHURAN PERLEMBAGAAN  
KEDAULATAN UNDANG-UNDANG  
KESOPANAN DAN KESUSILAAN**

(Sumber: Jabatan Penerangan, Kementerian Komunikasi dan Multimedia Malaysia)



KURIKULUM STANDARD SEKOLAH MENENGAH

# KIMIA

## TINGKATAN 5

**Penulis**

Raja Jamaliah binti Raja Saigon  
Aishah Peong binti Abdullah  
Marwan bin Yaacob @ Salleh

**Editor**

Wan Noor Afifah binti Wan Yusoff

**Pereka Bentuk**

Kong Fui Chyi

**Ilustrator**

K. Arvindran



2020



## KEMENTERIAN PENDIDIKAN MALAYSIA

**No. Siri Buku: 0104**

KPM 2020 ISBN 978-967-17523-2-6

Cetakan Pertama 2020

© Kementerian Pendidikan Malaysia

Hak Cipta Terpelihara. Mana-mana bahan dalam buku ini tidak dibenarkan diterbitkan semula, disimpan dalam cara yang boleh dipergunakan lagi, ataupun dipindahkan dalam sebarang bentuk atau cara, baik dengan cara elektronik, mekanik, penggambaran semula mahupun dengan cara perakaman tanpa kebenaran terlebih dahulu daripada Ketua Pengarah Pelajaran Malaysia, Kementerian Pendidikan Malaysia. Perundingan tertakluk kepada perkiraan royalti atau honorarium.

Diterbitkan untuk Kementerian Pendidikan Malaysia oleh:

Kubu Publications

No. 42A-1, Jalan SR4/1A, Taman Saujana Rawang, 48000 Rawang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia.

Tel & Faks: 03-6090 0745

Laman Web: [www.kubupublication.com.my](http://www.kubupublication.com.my)

E-mel: [penerbitan.kubu@gmail.com](mailto:penerbitan.kubu@gmail.com)

Reka Letak dan Atur Huruf:

Kubu Publication

Muka Taip Teks: Minion Pro

Saiz Muka Taip Teks: 11 poin

Dicetak oleh:

Vivar Printing Sdn. Bhd. (125107-D)

Lot 25&27, Rawang Integrated Industrial Park, Mukim Rawang, Jalan Batu Arang,

48000 Rawang,

Selangor Darul Ehsan, Malaysia.

## Penghargaan

Penerbitan buku teks ini melibatkan kerjasama pelbagai pihak. Sekalung penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat:

- Jawatankuasa Penambahbaikan Prof Muka Surat, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Penyemakan Pembetulan Prof Muka Surat, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Penyemakan Naskhah Sedia Kamera, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Pegawai-pegawai Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan dan Bahagian Pembangunan Kurikulum, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Maktab Rendah Sains MARA Parit.
- Sekolah Berasrama Penuh Integrasi Temerloh.

Sebahagian laman web yang dinyatakan dalam buku ini memuatkan bahan yang dapat digunakan oleh umum.


Informasinya mungkin dikemaskinikan dari semasa ke semasa. Pihak penerbit dan para penulis tidak terlibat, tertakluk atau bertanggungjawab terhadap kandungan dalam laman web tersebut.



# Kandungan


Penghargaan	ii
Kandungan	iii
Pendahuluan	iv - vi

## Bab 1 Keseimbangan Redoks

1.1 Pengoksidaan dan penurunan	4
1.2 Keupayaan elektrod piawai	22
1.3 Sel kimia	27
1.4 Sel elektrolisis	31
1.5 Pengekstrakan logam daripada bijihnya	48
1.6 Pengaratan	52
 Ujian Pencapaian	59




## Bab 2 Sebatian Karbon

2.1 Jenis-jenis sebatian karbon	64
2.2 Siri homolog	71
2.3 Sifat kimia dan saling pertukaran sebatian antara siri homolog	80
2.4 Isomer dan penamaan mengikut IUPAC	101
 Ujian Pencapaian	111




## Bab 3 Termokimia


3.1 Perubahan haba dalam tindak balas	116
3.2 Haba tindak balas	120
3.3 Aplikasi tindak balas eksotermik dan endotermik dalam kehidupan harian	136
 Ujian Pencapaian	140



## Bab 4 Polimer

4.1 Polimer	144
4.2 Getah asli	151
4.3 Getah sintetik	159
 Ujian Pencapaian	163

## Bab 5 Kimia Konsumer dan Industri

5.1 Minyak dan lemak	166
5.2 Bahan pencuci	169
5.3 Bahan tambah makanan	177
5.4 Ubat-ubatan dan bahan kosmetik	181
5.5 Aplikasi nanoteknologi dalam industri	187
5.6 Aplikasi Teknologi Hijau dalam pengurusan sisa industri	191
 Ujian Pencapaian	196



Jadual Berkala Unsur	198
Glosari	199
Senarai Rujukan	201
Indeks	202

## Tema 1



## Proses Kimia

## Tema 2



## Kimia Organik

## Tema 3



## Haba

## Tema 4



## Teknologi Bidang Kimia

# Pendahuluan

Buku Teks Kimia Tingkatan 5 Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) ini ditulis berdasarkan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Kimia Tingkatan 5 yang disediakan oleh Bahagian Pembangunan Kurikulum, Kementerian Pendidikan Malaysia. Bagi menjayakan pelaksanaan KSSM dan memenuhi keperluan DSKP, buku ini ditulis berasaskan tiga domain iaitu pengetahuan, kemahiran dan nilai. Empat tema yang dibincangkan dalam buku ini ialah Proses Kimia, Kimia Organik, Haba dan Teknologi Bidang Kimia.

Buku teks ini dilengkapi dengan ciri-ciri istimewa seperti Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT), Pembelajaran Abad ke-21 (PAK-21), Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM). Komponen-komponen digital seperti kod QR (Kod Respons Pantas) dan Realiti Terimbuh AR (*Augmented Reality*) disertakan sebagai nilai tambah dalam usaha menarik minat murid untuk mempelajari ilmu kimia dan menerapkannya dalam kehidupan seharian.

## Ciri-ciri Istimewa dalam Buku Ini dan Fungsinya

### Halaman rangsangan:

Mengandungi foto yang menarik dan teks yang akan merangsang murid untuk terus menerokai bab berkenaan.

#### Kata Kunci

Istilah-istilah atau konsep-konsep penting yang perlu dikuasai oleh murid.

#### Apakah yang akan anda pelajari?

Ringkasan tentang kandungan bab yang memberikan maklumat awal tentang topik yang dipelajari.



#### Buletin

Memaparkan berita tentang bab yang dipelajari dan merangsang murid untuk meneroka serta menimbulkan rasa ingin tahu.

#### Pencetus Minda

Persoalan-persoalan yang menimbulkan pemikiran kritis.

### Aktiviti-aktiviti yang terdapat dalam buku ini:



- Memuatkan pelbagai jenis aktiviti yang memerlukan murid menjalankan;
- inkuiri,
  - perbincangan,
  - penyelesaian masalah,
  - penggunaan teknologi,
  - penghasilan projek, dan
  - lawatan.



## Aktiviti Makmal

Aktiviti-aktiviti yang dijalankan di makmal dalam bentuk inkuiri atau terbimbing.

## Eksperimen

Eksperimen-eksperimen yang melibatkan Kemahiran Proses Sains (KPS), Kemahiran Manipulatif dan Nilai Murni.



Aktiviti Pembelajaran Abad ke-21:

- Kemahiran Berfikir dan Menyelesaikan Masalah.
- Kemahiran Interpersonal dan Arah Kendiri.
- Kemahiran Maklumat dan Komunikasi.
- Pendekatan STEM.



Soalan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) yang merangkumi soalan mengaplikasi, menganalisis, menilai dan mencipta.



Soalan yang mencabar pemikiran murid untuk berfikir secara kritis dan kreatif.



Soalan untuk menguji kefahaman murid pada akhir setiap subtopik.

Ikon-ikon yang terdapat dalam buku ini:

### Standard Pembelajaran

Disediakan mengikut Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Kimia Tingkatan 5.

### Link Topik

Topik yang berkaitan sama ada yang telah dipelajari atau yang akan dipelajari.

### Tahukah anda?

Penyataan ringkas tentang sesuatu fakta atau istilah kimia.



Memberikan maklumat ringkas tentang topik yang dipelajari.



Penerapan sikap saintifik dan nilai murni melalui aktiviti-aktiviti yang memerlukan murid bekerjasama, menghormati sesama sendiri, jujur, luwes, berfikiran terbuka, rajin, tabah serta sistematik, yakin dan beretika.



Peringatan kepada murid tentang perkara yang dapat mendatangkan bahaya ketika menjalankan eksperimen atau aktiviti makmal.



### Langkah Berjaga-jaga

Nota peringatan semasa murid menjalankan aktiviti atau eksperimen.



Maklumat elemen merentas kurikulum yang berkaitan dengan sesuatu topik.



Elemen patriotisme dan kejayaan ahli sains dalam perkembangan sains dan teknologi di Malaysia.

Portal  
Kimia



Imbas kod QR ini dengan peranti mudah alih pintar anda untuk mendapatkan video dan informasi tambahan yang dimuatkan dalam pelayan (server).

- ! Aktiviti, maklumat tambahan dan nota tentang bab yang dipelajari.
- 📺 Video yang berkaitan dengan sesuatu bab atau subtopik.

Komponen-komponen pada bahagian akhir bab:



Ringkasan bab secara grafik untuk mengingat kembali.



Menilai tahap penguasaan murid tentang bab yang telah dipelajari.



UJIAN PENCAPAIAN

Soalan yang menguji kefahaman murid pada akhir setiap bab.

Sudut Pengayaan

Latihan pengayaan dengan soalan-soalan KBAT Aras 5 (Menilai) dan Aras 6 (Mencipta).

## Cara-cara untuk mengimbas animasi tiga dimensi:

Muat turun aplikasi AR Kimia Tingkatan 5 dengan mengimbas kod QR di bawah untuk melihat animasi tiga dimensi.



## Bahan Sokongan PdPc



<https://bit.ly/kpkt5pdpc>

## Cadangan Jawapan



Layari laman web yang berikut untuk merujuk cadangan jawapan.

<https://bit.ly/kpkt5jaw>

## Eksplorasi Maya



<https://bit.ly/kpkt5em>





# PROSES KIMIA

## TEMA 1

Tema ini memberi murid peluang memahami dan mengaplikasikan konsep pengoksidaan dan penurunan dalam tindak balas redoks. Konsep keupayaan elektrod piawai diperkenalkan bagi memahami kekuatan sesuatu bahan sebagai agen pengoksidaan dan agen penurunan. Tindak balas redoks dalam sel kimia dan sel elektrolisis turut dibincangkan. Aplikasi tindak balas redoks dalam industri seperti penyaduran, penulenan logam dan pengekstrakan logam serta kesannya terhadap alam sekitar dikaji. Murid juga didedahkan kepada mekanisme dan kaedah pencegahan pengurangan.

Bab

1

# KESEIMBANGAN REDOKS

## Kata Kunci

- Agen pengoksidaan
- Agen penurunan
- Anod
- Elektrolisis
- Katod
- Keadaan pengoksidaan
- Keupayaan elektrod piawai
- Pengaratan
- Pengoksidaan
- Penurunan
- Sel Notasi
- Tindak balas redoks

## Apakah yang akan anda pelajari?

- 1.1 Pengoksidaan dan penurunan
- 1.2 Keupayaan elektrod piawai
- 1.3 Sel kimia
- 1.4 Sel elektrolisis
- 1.5 Pengekstrakan logam daripada bijihnya
- 1.6 Pengaratan



## Buletin

Bunga api mengandung bahan api, agen pengoksidaan dan agen pewarna. Bahan api terbakar dan mengalami pengoksidaan untuk menghasilkan sejumlah besar gas. Bahan api yang biasa ialah karbon dan sulfur. Bahan ini terbakar untuk membentuk gas karbon monoksida, gas karbon dioksida dan gas sulfur dioksida. Agen pengoksidaan pula membekalkan oksigen untuk membantu bahan api terbakar dengan cepat. Agen pengoksidaan juga ialah bahan yang mengandungi banyak oksigen. Bahan yang biasa digunakan dalam bunga api ialah kalium nitrat,  $\text{KNO}_3$ , barium nitrat,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ , kalium klorat(VII),  $\text{KClO}_4$ , ammonium klorat(VII),  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$  dan barium peroksida,  $\text{BaO}_2$ .

Sementara itu, agen pewarna pula ditambah untuk menghasilkan warna-warna terang yang membuatkan cahaya bunga api begitu menarik. Warna yang dihasilkan ini bergantung pada ion logam yang hadir, seperti berikut:

Agen Pewarna	Warna
Strontium karbonat	Merah
Barium nitrat	Hijau
Natrium klorida	Kuning
Kuprum(II) klorida	Biru

Apabila bunga api dibakar, tindak balas redoks berlaku. Bahan api seperti sulfur atau arang teroksida dan agen pengoksidaan seperti kalium nitrat diturunkan. Serbuk bunga api ialah campuran kalium nitrat (75%), arang (15%) dan sulfur (10%).

Apakah maksud tindak balas redoks?

Bagaimanakah agen pengoksidaan dan agen penurunan ditentukan berdasarkan nilai keupayaan elektrod piawai,  $E^\circ$ ?



Bagaimanakah proses elektrolisis diaplikasikan dalam kehidupan harian?

Apakah langkah-langkah yang perlu diambil untuk mencegah pengaratan?

## 1.1

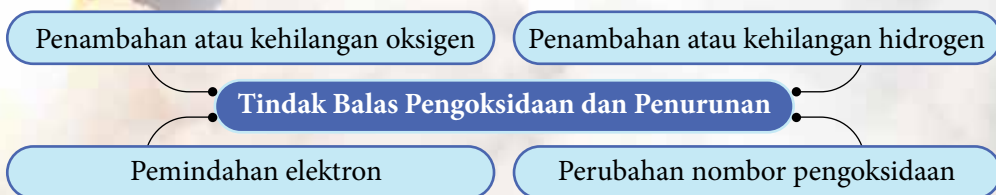
## PENGOKSIDAAN DAN PENURUNAN

- Roket memerlukan daya tujahan yang tinggi untuk terlepas ke angkasa. Daya tujahan tersebut dihasilkan melalui tindak balas pembakaran antara bahan bakar dan oksigen.
- Tindak balas pembakaran merupakan satu contoh tindak balas redoks. Apakah yang dimaksudkan dengan tindak balas redoks?

Tindak balas redoks ialah tindak balas kimia yang melibatkan pengoksidaan dan penurunan berlaku secara serentak.

- Tindak balas redoks pada asalnya dirujuk kepada tindak balas yang melibatkan oksigen.

Namun begitu, tindak balas redoks juga dapat dijelaskan menggunakan takrifan yang berbeza seperti ditunjukkan dalam Rajah 1.1.



Rajah 1.1 Tindak balas redoks

## Standard Pembelajaran

### Murid boleh:

- 1.1.1 Memerihalkan tindak balas redoks melalui aktiviti.
- 1.1.2 Menerangkan tindak balas redoks berdasarkan perubahan nombor pengoksidaan melalui aktiviti.
- 1.1.3 Mengkaji tindak balas penyesaran sebagai satu tindak balas redoks melalui aktiviti.

### Rentas Kurikulum Bahasa

Istilah *redox* berasal daripada dua perkataan Bahasa Inggeris:



## Pengoksidaan dan Penurunan dari Segi Penambahan dan Kehilangan Oksigen

- Tindak balas redoks yang berlaku antara magnesium, Mg dan gas karbon dioksida,  $\text{CO}_2$  dalam Gambar foto 1.1 menghasilkan magnesium oksida, MgO dan karbon, C. Bolehkah anda menulis persamaan kimia yang seimbang bagi tindak balas antara magnesium, Mg dan karbon dioksida,  $\text{CO}_2$ ?
- Pengertian tindak balas pengoksidaan dan penurunan diterangkan berdasarkan penambahan dan kehilangan oksigen.

**Tindak balas pengoksidaan** berlaku apabila suatu bahan tindak balas mengalami **penambahan oksigen**.

**Tindak balas penurunan** berlaku apabila suatu bahan tindak balas mengalami **kehilangan oksigen**.



Gambar foto 1.1 Pembakaran pita magnesium, Mg dalam ais kering



Pengoksidaan  
(penambahan oksigen)

$$2\text{Mg}(p) + \text{CO}_2(g) \rightarrow 2\text{MgO}(p) + \text{C}(p)$$

Penurunan  
(kehilangan oksigen)

Bahan dioksidakan: Magnesium, Mg	Magnesium, Mg mengalami penambahan oksigen.
Bahan diturunkan: Karbon dioksida, CO <sub>2</sub>	Karbon dioksida, CO <sub>2</sub> mengalami kehilangan oksigen.
Agen pengoksidaan: Karbon dioksida, CO <sub>2</sub>	Karbon dioksida, CO <sub>2</sub> telah mengoksidakan magnesium, Mg.
Agen penurunan: Magnesium, Mg	Magnesium, Mg telah menurunkan karbon dioksida, CO <sub>2</sub> .



## AKTIVITI 1A



Jalankan perbincangan bagi menjawab soalan yang berikut melalui aktiviti *Brain Storm*.

- Tindak balas antara kuprum(II) oksida, CuO dan karbon, C ialah satu contoh tindak balas redoks.
  - Tuliskan persamaan kimia seimbang bagi tindak balas yang berlaku.
  - Nyatakan nama tindak balas yang berlaku pada:
    - Kuprum(II) oksida, CuO.
    - Karbon, C.
  - Kenal pasti:
    - Bahan yang dioksidakan.
    - Bahan yang diturunkan.
    - Agen pengoksidaan.
    - Agen penurunan.

Rekodkan hasil perbincangan kumpulan anda dalam buku nota.

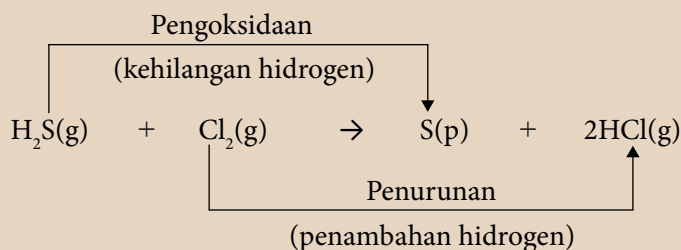
## Pengoksidaan dan Penurunan dari Segi Penambahan dan Kehilangan Hidrogen

- Bagaimanakah kita dapat mengenal pasti tindak balas yang tidak melibatkan oksigen ialah pengoksidaan atau penurunan?
- Ahli kimia memperluas pengertian pengoksidaan dan penurunan kepada sebatian yang bertindak balas dengan hidrogen atau bahan tindak balas yang mengandungi hidrogen.
- Pengertian tindak balas pengoksidaan dan penurunan diterangkan berdasarkan kehilangan dan penambahan hidrogen.

**Tindak balas pengoksidaan** berlaku apabila suatu bahan tindak balas mengalami **kehilangan hidrogen**.

**Tindak balas penurunan** berlaku apabila suatu bahan tindak balas mengalami **penambahan hidrogen**.

- Contoh tindak balas yang tidak melibatkan oksigen ialah tindak balas antara hidrogen sulfida, H<sub>2</sub>S dan klorin, Cl<sub>2</sub>.



Bahan dioksidakan: Hidrogen sulfida, $\text{H}_2\text{S}$	Hidrogen sulfida, $\text{H}_2\text{S}$ mengalami kehilangan hidrogen.
Bahan diturunkan: Klorin, $\text{Cl}_2$	Klorin, $\text{Cl}_2$ mengalami penambahan hidrogen.
Agen pengoksidaan: Klorin, $\text{Cl}_2$	Klorin, $\text{Cl}_2$ telah mengoksidakan hidrogen sulfida, $\text{H}_2\text{S}$ .
Agen penurunan: Hidrogen sulfida, $\text{H}_2\text{S}$	Hidrogen sulfida, $\text{H}_2\text{S}$ telah menurunkan klorin, $\text{Cl}_2$ .



## AKTIVITI

### 1B



Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.

Tindak balas yang berikut merupakan tindak balas redoks:



(a) Kenal pasti:

- (i) Bahan yang dioksidakan.      (iii) Agen pengoksidaan.  
(ii) Bahan yang diturunkan.      (iv) Agen penurunan.

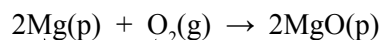
(b) Terangkan jawapan anda kepada rakan kelas.

## Pengoksidaan dan Penurunan dari Segi Pemindahan Elektron



Gambar foto 1.2 Pembakaran pita magnesium, Mg dalam oksigen,  $\text{O}_2$

- Pembakaran magnesium, Mg dalam oksigen,  $\text{O}_2$  menghasilkan magnesium oksida, MgO. Magnesium oksida, MgO ialah sebatian ion yang terbentuk apabila elektron dipindahkan daripada logam kepada bukan logam.



Pemindahan elektron

- Pengertian tindak balas pengoksidaan dan penurunan diterangkan berdasarkan pemindahan elektron.

Portal  
Kimia



Redoks  
dari Segi  
Pemindahan  
Elektron

<https://bit.ly/kpkt5v1>

**Tindak balas pengoksidaan** berlaku apabila suatu bahan tindak balas **kehilangan elektron**.  
**Tindak balas penurunan** berlaku apabila suatu bahan tindak balas **menerima elektron**.

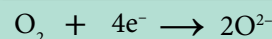


- Bukan semua tindak balas redoks dapat diterangkan berdasarkan penambahan dan kehilangan oksigen atau hidrogen.
- Sejak penemuan elektron oleh J.J. Thomson pada tahun 1897, ahli kimia mula menggunakan konsep pemindahan elektron untuk menerangkan tindak balas redoks.
- Banyak tindak balas redoks dapat diterangkan dengan menggunakan konsep pemindahan elektron.
- Pemindahan elektron dalam tindak balas redoks dapat dijelaskan dalam setengah persamaan yang berikut:

Setengah persamaan tindak balas pengoksidaan:



Setengah persamaan tindak balas penurunan:



Bahan dioksidakan: Magnesium, Mg	Atom magnesium, Mg kehilangan elektron.
Bahan diturunkan: Oksigen, O <sub>2</sub>	Molekul oksigen, O <sub>2</sub> menerima elektron.
Agen pengoksidaan: Oksigen, O <sub>2</sub>	Oksigen, O <sub>2</sub> ialah penerima elektron.
Agen penurunan: Magnesium, Mg	Magnesium, Mg ialah penderma elektron.

- Mari kita kaji tindak balas pengoksidaan dan penurunan yang melibatkan pemindahan elektron pada suatu jarak.

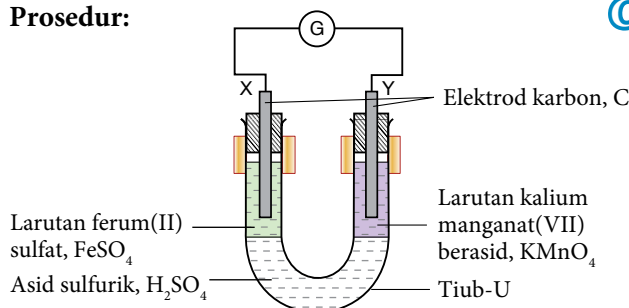
## Aktiviti Makmal /A Pemindahan Elektron pada Suatu Jarak

**Tujuan:** Mengkaji tindak balas pengoksidaan dan penurunan dari segi pemindahan elektron pada suatu jarak.

**Bahan :** Asid sulfurik, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1.0 mol dm<sup>-3</sup>, larutan ferum(II) sulfat, FeSO<sub>4</sub> 0.2 mol dm<sup>-3</sup> (yang baru disediakan), larutan kalium manganat(VII) berasid, KMnO<sub>4</sub> 0.1 mol dm<sup>-3</sup> dan larutan natrium hidroksida, NaOH 0.5 mol dm<sup>-3</sup>.

**Radas :** Tiub-U, dawai penyambung dengan klip buaya, galvanometer, kaki retort, elektrod karbon, penitis dan tabung uji.

**Prosedur:**



Rajah 1.2

1. Tuangkan asid sulfurik, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1.0 mol dm<sup>-3</sup> ke dalam tiub-U sehingga separuh penuh dan apitkan tiub-U secara menegak.
2. Dengan berhati-hati, masukkan larutan ferum(II) sulfat, FeSO<sub>4</sub> 0.2 mol dm<sup>-3</sup> ke dalam lengan X tiub-U dengan menggunakan penitis sehingga larutan setinggi 3 cm.
3. Dengan berhati-hati, masukkan larutan kalium manganat(VII) berasid, KMnO<sub>4</sub> 0.1 mol dm<sup>-3</sup> ke dalam lengan Y tiub-U dengan menggunakan penitis sehingga larutan setinggi 3 cm.

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

Cabaran Minda

Elektrod karbon tidak boleh menyentuh lapisan asid sulfurik, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Mengapa?

INFO

Terminal negatif ialah elektrod di mana berlaku pembebasan elektron.

Terminal positif ialah elektrod di mana berlaku penerimaan elektron.

- Sambungkan elektrod karbon pada galvanometer dengan menggunakan wayar penyambung.
- Celupkan satu elektrod karbon ke dalam larutan ferum(II) sulfat,  $\text{FeSO}_4$  dan satu lagi elektrod karbon ke dalam larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$  bagi melengkapkan litar seperti pada Rajah 1.2.
- Perhatikan arah pesongan jarum galvanometer dan tentukan terminal negatif dan terminal positif bagi elektrod-elektrod tersebut.
- Biarkan radas selama 30 minit.
- Perhatikan perubahan warna pada larutan ferum(II) sulfat,  $\text{FeSO}_4$  dan larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$ .
- Rekodkan pemerhatian anda dalam jadual.
- Selepas 30 minit, keluarkan sedikit larutan ferum(II) sulfat,  $\text{FeSO}_4$  dengan menggunakan penitis dan masukkan ke dalam sebuah tabung uji.
- Tambahkan larutan natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$  ke dalam tabung uji itu untuk menentusahkan hasil yang terbentuk.

#### Data dan Pemerhatian:

Larutan	Pemerhatian	Inferens
Ferum(II) sulfat, $\text{FeSO}_4$		
Kalium manganat(VII) berasid, $\text{KMnO}_4$		

#### Perbincangan:

- Berdasarkan pemerhatian anda, tulis setengah persamaan pada elektrod X dan elektrod Y.
- Apakah jenis tindak balas yang berlaku pada elektrod X dan elektrod Y?
- Tuliskan persamaan ion keseluruhan bagi tindak balas yang berlaku.
- Kenal pasti bahan yang dioksidakan, bahan yang diturunkan, agen pengoksidaan dan agen penurunan. Berikan sebab kepada jawapan anda.
- Nyatakan arah pengaliran elektron dalam eksperimen ini.
- Nyatakan terminal positif dan terminal negatif dalam eksperimen ini.
- Apakah fungsi asid sulfurik,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?
- Selain menggunakan tiub-U, lukis satu susunan radas berlabel yang dapat digunakan untuk eksperimen mengkaji pemindahan elektron pada suatu jarak antara larutan kalium iodida, KI dan air klorin,  $\text{Cl}_2$ .



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

#### Dalam aktiviti makmal ini, didapati:

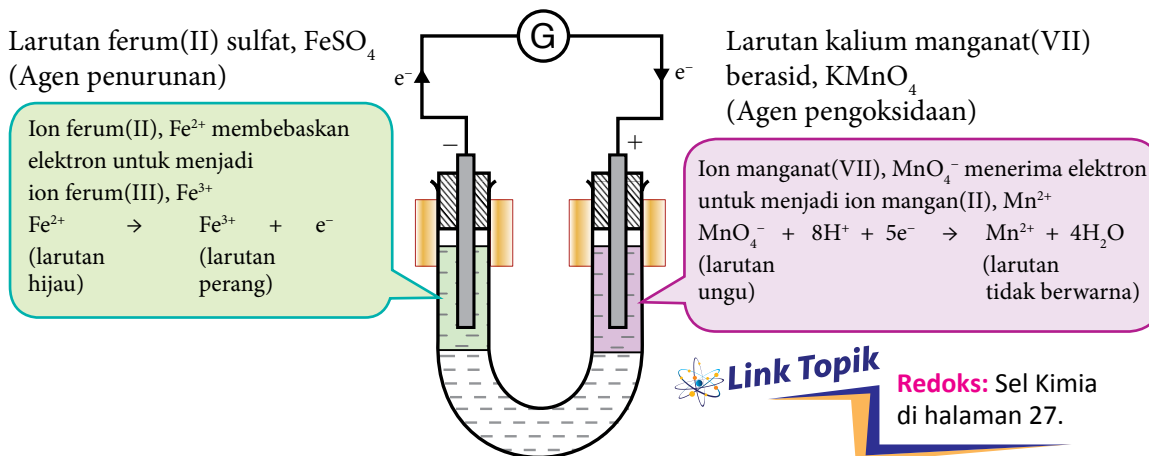
Pesongan jarum galvanometer menunjukkan berlakunya pemindahan elektron melalui wayar penyambung daripada agen penurunan (terminal negatif) kepada agen pengoksidaan (terminal positif).

Perubahan warna larutan tindak balas pula menunjukkan berlakunya proses pengoksidaan atau penurunan.

Larutan ferum(II) sulfat,  $\text{FeSO}_4$  dan larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$  dipisahkan oleh suatu elektrolit, iaitu asid sulfurik,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Elektron berpindah daripada ion ferum(II),  $\text{Fe}^{2+}$  kepada ion manganat(VII) berasid,  $\text{MnO}_4^-$  melalui wayar penyambung.





Rajah 1.3 Susunan radas untuk menyiasat pemindahan elektron pada suatu jarak

- Tahukah anda cara untuk menulis setengah persamaan larutan ferum(II) sulfat,  $\text{FeSO}_4$  dan setengah persamaan larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$  seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1.3?

Menulis setengah persamaan pengoksidaan:

Warna hijau larutan ferum(II) sulfat,  $\text{FeSO}_4$  bertukar kepada perang

<b>1</b> Tuliskan bahan tindak balas dan hasil tindak balas.	$\text{Fe}^{2+}(\text{ak}) \rightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{ak})$ (hijau) (perang)
<b>2</b> Tambah elektron pada bahagian cas positif yang lebih banyak supaya jumlah cas seimbang.	$\text{Fe}^{2+}(\text{ak}) \rightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{ak}) + e^-$ Cas = +2                      Cas = +3      Cas = -1 Jumlah cas = +2              Jumlah cas = (+3) + (-1) = +2

Menulis setengah persamaan penurunan:

Warna ungu larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$  bertukar kepada tidak berwarna

<b>1</b> Tuliskan bahan tindak balas dan hasil tindak balas.	$\text{MnO}_4^-(\text{ak}) + \text{H}^+(\text{ak}) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{ak})$ (ungu) (keadaan berasid) (tidak berwarna)
<b>2</b> Seimbangkan bilangan atom setiap unsur.	$\text{MnO}_4^-(\text{ak}) + 8\text{H}^+(\text{ak}) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{ak}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{ce})$
<b>3</b> Hitung jumlah cas bahan tindak balas dan hasil tindak balas.	$\text{MnO}_4^-(\text{ak}) + 8\text{H}^+(\text{ak}) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{ak}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{ce})$ Cas = -1      Cas = +8      Cas = +2      Cas = 0 Jumlah cas = (-1) + (+8)      Jumlah cas = (+2) + 0 = +7                                      = +2
<b>4</b> Tambah elektron pada bahagian cas positif yang lebih banyak supaya jumlah cas seimbang.	$\text{MnO}_4^-(\text{ak}) + 8\text{H}^+(\text{ak}) + 5e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{ak}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{ce})$ Cas = -5 Jumlah cas = (-1) + (+8) + (-5)      Jumlah cas = (+2) + 0 = +2    = +2

- Berdasarkan setengah persamaan pengoksidaan dan setengah persamaan penurunan, apakah persamaan ion keseluruhan bagi tindak balas redoks dalam Aktiviti Makmal 1A?

Portal Kimia   

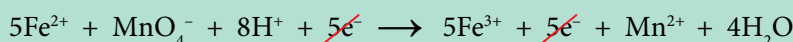
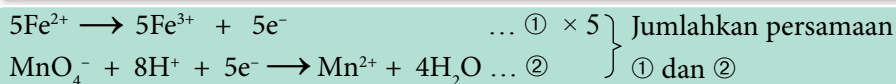


Menulis  
Persamaan Ion  
<https://bit.ly/kpkt5v2>

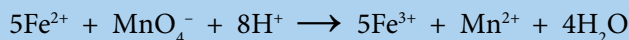


Agan Pengoksidaan  
dan Agen Penurunan  
<https://bit.ly/kpkt5v3>

**Setengah persamaan:**



**Persamaan ion:**



- Jadual 1.1 menunjukkan beberapa contoh agen pengoksidaan yang biasa digunakan manakala Jadual 1.2 menunjukkan beberapa contoh agen penurunan yang biasa digunakan.



Jadual 1.1 Contoh agen pengoksidaan

Agen pengoksidaan	Setengah persamaan
Kalium manganat(VII) berasid, $\text{KMnO}_4$	$\text{MnO}_4^-(\text{ak}) + 8\text{H}^+(\text{ak}) + 5e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{ak}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{ce})$
Kalium dikromat(VI) berasid, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{ak}) + 14\text{H}^+(\text{ak}) + 6e^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{ak}) + 7\text{H}_2\text{O}(\text{ce})$
Air klorin, $\text{Cl}_2$	$\text{Cl}_2(\text{ak}) + 2e^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{ak})$
Air bromin, $\text{Br}_2$	$\text{Br}_2(\text{ak}) + 2e^- \rightarrow 2\text{Br}^-(\text{ak})$
Ferum(III) klorida, $\text{FeCl}_3$	$\text{Fe}^{3+}(\text{ak}) + e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{ak})$
Hydrogen peroksida berasid, $\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{H}_2\text{O}_2(\text{ak}) + 2\text{H}^+(\text{ak}) + 2e^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{ce})$

Jadual 1.2 Contoh agen penurunan

Agen penurunan	Setengah persamaan
Kalium iodida, KI	$2\text{I}^-(\text{ak}) \rightarrow \text{I}_2(\text{ak}) + 2e^-$
Kalium bromida, KBr	$2\text{Br}^-(\text{ak}) \rightarrow \text{Br}_2(\text{ak}) + 2e^-$
Ferum(II) sulfat, $\text{FeSO}_4$	$\text{Fe}^{2+}(\text{ak}) \rightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{ak}) + e^-$
Logam reaktif (contoh: zink, Zn)	$\text{Zn}(\text{p}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{ak}) + 2e^-$
Sulfur dioksida, $\text{SO}_2$	$\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ce}) \rightarrow \text{SO}_4^{2-}(\text{ak}) + 4\text{H}^+(\text{ak}) + 2e^-$



## Pengoksidaan dan Penurunan dari Segi Perubahan Nombor Pengoksidaan

- Ahli kimia mendapati konsep pemindahan elektron dalam menerangkan tindak balas redoks adalah terhad kepada tindak balas yang melibatkan sebatian ion. Oleh itu, maksud pengoksidaan dan penurunan diperluas dengan menggunakan konsep nombor pengoksidaan untuk menerangkan tindak balas redoks bagi merangkumi semua tindak balas.

Tindak balas pengoksidaan berlaku apabila **nombor pengoksidaan** suatu unsur dalam bahan tindak balas **bertambah**.

Tindak balas penurunan berlaku apabila **nombor pengoksidaan** suatu unsur dalam bahan tindak balas **berkurang**.

- Contoh tindak balas adalah antara karbon, C dan oksigen, O<sub>2</sub> yang menghasilkan karbon dioksida, CO<sub>2</sub>.

Pengoksidaan  
(Nombor pengoksidaan bertambah)

C(p) + O<sub>2</sub>(g) → CO<sub>2</sub>(g)

↓                      ↓                      ↙                      ↘

Nombor                      Nombor                      Nombor                      Nombor

pengoksidaan = 0                      pengoksidaan = 0                      pengoksidaan = +4                      pengoksidaan = -2

(Nombor pengoksidaan berkurang)

Penurunan

Bahan dioksidakan: Karbon, C	Nombor pengoksidaan karbon, C bertambah.
Bahan diturunkan: Oksigen, O <sub>2</sub>	Nombor pengoksidaan oksigen, O berkurang.
Agen pengoksidaan: Oksigen, O <sub>2</sub>	Oksigen, O <sub>2</sub> telah mengoksidakan karbon, C.
Agen penurunan: Karbon, C	Karbon, C telah menurunkan oksigen, O <sub>2</sub> .

- Kesimpulan:
  - Agén pengoksidaan ialah bahan yang mengoksidakan bahan lain dan diturunkan dalam tindak balas redoks.
  - Agén penurunan ialah bahan yang menurunkan bahan lain dan dioksidakan dalam tindak balas redoks.



### AKTIVITI 1C

Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan. Jadual 1.3 menunjukkan persamaan kimia bagi dua contoh tindak balas redoks.

- Bincangkan mengapakah tindak balas dalam Jadual 1.3 dapat dikelaskan sebagai tindak balas redoks.
- Kenal pasti bagi setiap tindak balas:
  - Bahan yang dioksidakan dan bahan yang diturunkan.
  - Agén pengoksidaan dan agén penurunan.

Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda di dalam kelas melalui aktiviti *Gallery Walk*.

Jadual 1.3

Persamaan kimia
$\text{CuO}(p) + \text{H}_2(g) \rightarrow \text{Cu}(p) + \text{H}_2\text{O}(ce)$
$\text{Mg}(p) + 2\text{HCl}(ak) \rightarrow \text{MgCl}_2(ak) + \text{H}_2(g)$



## Penentuan Nombor Pengoksidaan

Apakah nombor pengoksidaan?

- Nombor pengoksidaan atau keadaan pengoksidaan ialah cas unsur dalam sebatian jika pemindahan elektron berlaku dalam atom untuk membentuk ikatan kimia dengan atom lain.
- Nombor pengoksidaan sesuatu unsur dalam ion atau sebatian ditentukan berdasarkan garis panduan yang berikut:

Portal  
Kimia



Redoks dari  
Segi Nombor  
Pengoksidaan

<https://bit.ly/kpkt5v4>

1

**Nombor pengoksidaan bagi semua unsur ialah sifar.**

Unsur	Nombor pengoksidaan
Natrium, Na	0
Karbon, C	0
Helium, He	0
Oksigen, O <sub>2</sub>	0
Klorin, Cl <sub>2</sub>	0

2

**Nombor pengoksidaan bagi ion monoatom adalah bersamaan dengan cas pada ion itu.**

Ion monoatom	Nombor pengoksidaan
Ion kuprum(II), Cu <sup>2+</sup>	+2
Ion kalium, K <sup>+</sup>	+1
Ion bromida, Br <sup>-</sup>	-1
Ion oksida, O <sup>2-</sup>	-2
Ion aluminium, Al <sup>3+</sup>	+3

3

**Nombor pengoksidaan unsur dalam sebatian bagi Kumpulan 1, Kumpulan 2 dan Kumpulan 13 dalam Jadual Berkala masing-masing ialah +1, +2 dan +3.**

Sebatian	Nombor pengoksidaan	Sebatian	Nombor pengoksidaan
Litium klorida, <u>Li</u> Cl	+1	Magnesium oksida, <u>Mg</u> O	+2
Natrium oksida, <u>Na</u> <sub>2</sub> O	+1	Aluminium klorida, <u>Al</u> Cl <sub>3</sub>	+3

4

**Jumlah nombor pengoksidaan atom unsur dalam suatu sebatian ialah sifar.**

Contoh:  
Jumlah nombor pengoksidaan bagi natrium klorida, NaCl.  
Nombor pengoksidaan Na + Nombor pengoksidaan Cl  
= (+1) + (-1) = 0

Tentukan nombor pengoksidaan sulfur dalam sulfur trioksida, SO<sub>3</sub>.  
 $x + 3(-2) = 0$   
 $x = +6$   
Nombor pengoksidaan S = +6

5

**Jumlah nombor pengoksidaan atom unsur dalam suatu ion poliatom adalah bersamaan dengan cas pada ion itu.**

Contoh:  
Jumlah nombor pengoksidaan bagi ion ammonium, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.  
Nombor pengoksidaan N + Nombor pengoksidaan 4H  
= (-3) + 4(+1) = +1

Tentukan nombor pengoksidaan karbon dalam ion karbonat, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>.  
 $x + 3(-2) = -2$   
 $x = +4$   
Nombor pengoksidaan C = +4

6

Nombor pengoksidaan bagi hidrogen dalam sebatian biasanya ialah +1, kecuali dalam logam hidrida, iaitu -1.

Nombor pengoksidaan hidrogen dalam sebatian hidrogen klorida,  $\underline{\text{HCl}}$ .

$$x + (-1) = 0$$

$$x = +1$$

Nombor pengoksidaan H = +1

Tentukan nombor pengoksidaan hidrogen dalam natrium hidrida,  $\text{Na}\underline{\text{H}}$ .

$$+1 + x = 0$$

$$x = -1$$

Nombor pengoksidaan H = -1

7

Nombor pengoksidaan bagi oksigen dalam sebatian biasanya ialah -2, kecuali dalam sebatian peroksida, iaitu -1.

Nombor pengoksidaan oksigen dalam magnesium oksida,  $\text{Mg}\underline{\text{O}}$ .

$$(+2) + x = 0$$

$$x = -2$$

Nombor pengoksidaan O = -2

Tentukan nombor pengoksidaan oksigen dalam hidrogen peroksida,  $\text{H}_2\underline{\text{O}_2}$ .

$$2(+1) + 2x = 0$$

$$2x = -2$$

$$x = -1$$

Nombor pengoksidaan O = -1

8

Nombor pengoksidaan bagi unsur Kumpulan 17 dalam sebatian biasanya -1.

- Nombor pengoksidaan fluorin sentiasa -1.
- Nombor pengoksidaan klorin, bromin dan iodin biasanya -1, kecuali apabila unsur itu terikat kepada unsur lain yang lebih elektronegatif seperti oksigen, maka nombor pengoksidaannya akan bernilai positif.

Nombor pengoksidaan fluorin dalam sebatian hidrogen fluorida,  $\underline{\text{HF}}$ .

$$(+1) + x = 0$$

$$x = -1$$

Nombor pengoksidaan F = -1

Nombor pengoksidaan klorin dalam kalium klorat(I),  $\text{K}\underline{\text{ClO}}$ .

$$(+1) + x + (-2) = 0$$

$$x = +1$$

Nombor pengoksidaan Cl = +1

Nombor pengoksidaan bromin dalam ion bromat(V),  $\underline{\text{BrO}_3^-}$ .

$$x + 3(-2) = -1$$

$$x = +5$$

Nombor pengoksidaan Br = +5

Portal  
Kimia



Penentuan Nombor Pengoksidaan  
<https://bit.ly/kpkt5v5>



Latihan Pengukuhan Penentuan  
Nombor Pengoksidaan  
<https://bit.ly/kpkt5n1>

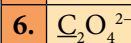
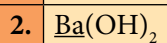
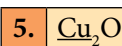
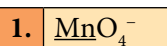


## AKTIVITI

ID



Tentukan nombor pengoksidaan unsur yang bergaris. Tunjukkan semua langkah kerja jika ada.



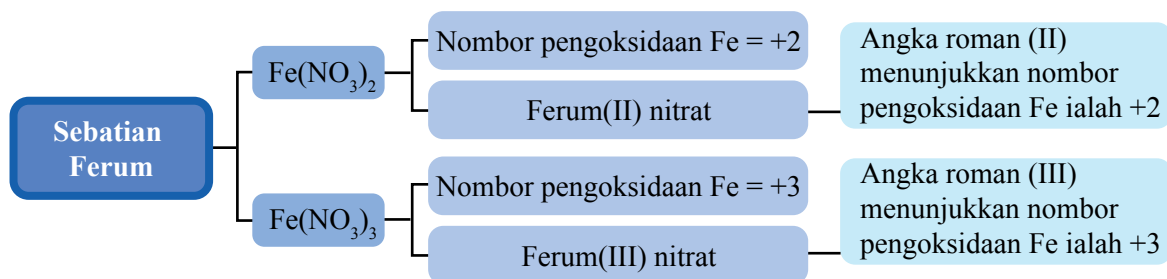


## Nombor Pengoksidaan dan Penamaan Sebatian Mengikut Sistem Penamaan IUPAC

- Unsur-unsur peralihan ialah logam yang lazimnya menunjukkan lebih daripada satu nombor pengoksidaan dalam sebatianannya.
- Mengikut sistem penamaan IUPAC, angka romaan digunakan untuk menunjukkan nombor pengoksidaan logam yang tersebut dalam sebatianannya.
- Sebagai contohnya, Rajah 1.4 menunjukkan ferum membentuk dua jenis sebatian nitrat.



Mengikut sistem penamaan IUPAC, logam yang hanya mempunyai satu nombor pengoksidaan dalam sebatianannya tidak memerlukan angka romaan dalam penamaan. Contohnya,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  dinamakan sebagai magnesium nitrat.



Rajah 1.4 Penamaan mengikut sistem IUPAC bagi sebatian ferum

- Jadual 1.4 menunjukkan penamaan sebatian yang mengandungi logam yang mempunyai lebih daripada satu nombor pengoksidaan mengikut sistem penamaan IUPAC.

Jadual 1.4 Nama sebatian mengikut sistem penamaan IUPAC

Formula sebatian	Nombor pengoksidaan	Nama IUPAC
$\text{MnO}_2$	Nombor pengoksidaan mangan ialah +4	Mangan(IV) oksida
$\text{KMnO}_4$	Nombor pengoksidaan mangan ialah +7	Kalium manganat(VII)
$\text{CrCl}_3$	Nombor pengoksidaan kromium ialah +3	Kromium(III) klorida
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Nombor pengoksidaan kromium ialah +6	Kalium dikromat(VI)



### AKTIVITI IE



Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.

- Nyatakan nama bagi sebatian yang berikut mengikut sistem penamaan IUPAC:  
(a)  $\text{Cu}_2\text{O}$       (b)  $\text{CuO}$       (c)  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$       (d)  $\text{HgCl}_2$       (e)  $\text{K}_2\text{CrO}_4$
- Tuliskan formula bagi sebatian berikut:  
(a) Vanadium(V) oksida      (b) Natrium oksida      (c) Plumbum(II) karbonat
- Nyatakan nama bagi dua sebatian yang berikut mengikut sistem penamaan IUPAC dan terangkan sebab terdapat perbezaan pada nama sebatian itu.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$   $\text{Al}_2\text{O}_3$

Rekod hasil dapatan dalam buku nota.

## Pertukaran Ion ferum(II), $\text{Fe}^{2+}$ kepada Ion ferum(III), $\text{Fe}^{3+}$ dan Sebaliknya



Gambar foto 1.3  
Pil zat besi ferum(II)  
glukonat,  $\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7)_2$

- Sebatian ion ferum(II),  $\text{Fe}^{2+}$  dan sebatian ion ferum(III),  $\text{Fe}^{3+}$  banyak digunakan dalam kehidupan kita. Gambar foto 1.3 menunjukkan pil zat besi mengandungi ferum(II) glukonat,  $\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7)_2$  yang diberikan kepada pesakit anemia dan wanita hamil.
- Kehadiran ion ferum(II),  $\text{Fe}^{2+}$  dan ion ferum(III),  $\text{Fe}^{3+}$  dapat ditentusahkan dengan menggunakan larutan natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$ , ammonia akueus,  $\text{NH}_3$ , larutan kalium heksasianoferat(II),  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , larutan kalium heksasianoferat(III),  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  atau larutan kalium tiosianat,  $\text{KSCN}$ .

### Aktiviti Makmal *IB*

### Pertukaran Ion ferum(II), $\text{Fe}^{2+}$ kepada Ion ferum(III), $\text{Fe}^{3+}$ dan Sebaliknya

**Tujuan:** Mengkaji pertukaran ion ferum(II),  $\text{Fe}^{2+}$  kepada ion ferum(III),  $\text{Fe}^{3+}$  dan sebaliknya.

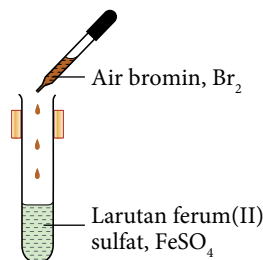
**Bahan :** Larutan ferum(II) sulfat,  $\text{FeSO}_4$   $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$  (yang baru disediakan), larutan ferum(III) klorida,  $\text{FeCl}_3$   $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$ , air bromin,  $\text{Br}_2$ , serbuk zink,  $\text{Zn}$  dan larutan natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$   $2.0 \text{ mol dm}^{-3}$ .

**Radas :** Tabung didih, tabung uji, penyepit tabung didih, penitis, spatula, corong turas, kertas turas, penunu Bunsen dan rak tabung uji.

#### Prosedur:

#### A. Pertukaran ion ferum(II), $\text{Fe}^{2+}$ kepada ion ferum(III), $\text{Fe}^{3+}$

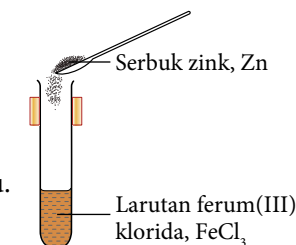
1. Tuangkan  $2 \text{ cm}^3$  larutan ferum(II) sulfat,  $\text{FeSO}_4$   $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$  (yang baru disediakan) ke dalam sebuah tabung didih yang diapit dengan penyepit tabung didih seperti pada Rajah 1.5.
2. Titiskan air bromin,  $\text{Br}_2$  sedikit demi sedikit sambil menggoncang tabung didih sehingga tiada lagi perubahan warna dapat diperhatikan.
3. Panaskan campuran di dalam tabung didih secara perlahan-lahan.
4. Tambahkan larutan natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$  ke dalam campuran untuk mengesahkan kehadiran ion ferum(III),  $\text{Fe}^{3+}$  yang terbentuk.
5. Rekodkan semua pemerhatian.



Rajah 1.5

#### B. Pertukaran ion ferum(III), $\text{Fe}^{3+}$ kepada ion ferum(II), $\text{Fe}^{2+}$

1. Tuangkan  $2 \text{ cm}^3$  larutan ferum(III) klorida,  $\text{FeCl}_3$   $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$  ke dalam sebuah tabung didih seperti pada Rajah 1.6.
2. Tambahkan setengah spatula serbuk zink,  $\text{Zn}$  ke dalam larutan itu.
3. Panaskan campuran secara perlahan-lahan.
4. Turaskan campuran ke dalam sebuah tabung uji.
5. Tambahkan larutan natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$  ke dalam hasil turasan untuk mengesahkan kehadiran ion ferum(II),  $\text{Fe}^{2+}$  yang terbentuk.
6. Rekodkan semua pemerhatian.



Rajah 1.6

#### Data dan Pemerhatian:

Sediakan jadual yang sesuai untuk merekodkan semua pemerhatian dalam bahagian A dan bahagian B.

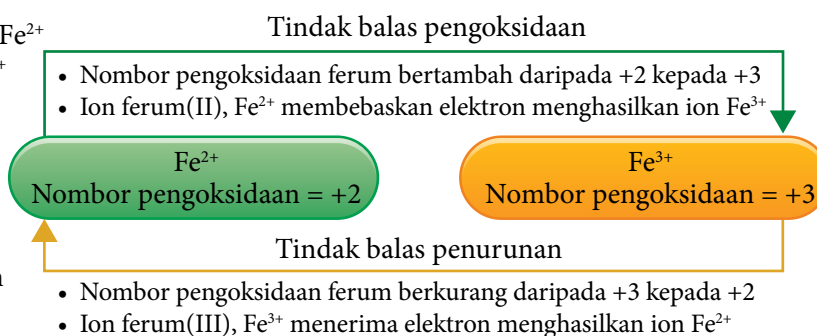
**Perbincangan:**

1. Kenal pasti bahan yang dioksidakan dan bahan yang diturunkan bagi setiap pertukaran dalam bahagian A dan B. Berikan sebab kepada jawapan anda dari segi:
  - (a) Perubahan nombor pengoksidaan.
  - (b) Pemindahan elektron.
2. Apakah peranan air bromin,  $\text{Br}_2$  dalam bahagian A dan serbuk zink,  $\text{Zn}$  dalam bahagian B? Berikan sebab.
3. Mengapakah larutan ferum(II) sulfat,  $\text{FeSO}_4$ , yang baru disediakan digunakan dalam eksperimen dalam bahagian A?
4. Namakan satu reagen yang dapat digunakan untuk mengesahkan kehadiran ion ferum(III),  $\text{Fe}^{3+}$  dalam bahagian A dan ion ferum(II),  $\text{Fe}^{2+}$  dalam bahagian B.
5. Cadangkan satu bahan lain yang dapat menggantikan air bromin,  $\text{Br}_2$  dalam bahagian A dan zink,  $\text{Zn}$  dalam bahagian B.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

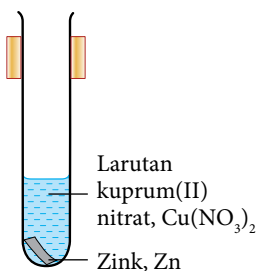
- Pertukaran ion ferum(II),  $\text{Fe}^{2+}$  kepada ion ferum(III),  $\text{Fe}^{3+}$  dan sebaliknya pada Rajah 1.7 menunjukkan perubahan nombor pengoksidaan dalam tindak balas redoks yang mempunyai kaitan dengan pemindahan elektron.



Rajah 1.7 Pertukaran ion ferum(II),  $\text{Fe}^{2+}$  kepada ion ferum(III),  $\text{Fe}^{3+}$  dan sebaliknya

## Tindak Balas Penyesaran Logam daripada Larutan Garamnya

- Penyesaran logam dilakukan dengan meletakkan satu logam ke dalam larutan garam logam lain. Logam yang lebih elektropositif berupaya menyesarkan logam yang kurang elektropositif daripada larutan garamnya.
- Rajah 1.8 menunjukkan satu kepingan zink,  $\text{Zn}$  dimasukkan ke dalam tabung uji yang berisikan larutan kuprum(II) nitrat,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ . Pemerhatian dan inferensnya bagi tindak balas yang berlaku adalah seperti yang berikut:



Rajah 1.8

Pemerhatian	Inferens
Warna biru larutan kuprum(II) nitrat, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ semakin pudar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepekatan ion kuprum(II), <math>\text{Cu}^{2+}</math> semakin berkurangan.</li> </ul>
Pepejal perang terenap.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pepejal kuprum, <math>\text{Cu}</math> terbentuk.</li> <li>• Ion kuprum(II), <math>\text{Cu}^{2+}</math> menerima dua elektron untuk membentuk atom kuprum, <math>\text{Cu}</math>.</li> <li>• Ion kuprum(II), <math>\text{Cu}^{2+}</math> diturunkan.</li> </ul>
Kepingan zink, $\text{Zn}$ semakin nipis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atom zink, <math>\text{Zn}</math> mengion lalu membentuk ion zink, <math>\text{Zn}^{2+}</math>.</li> <li>• Atom zink, <math>\text{Zn}</math> membebaskan dua elektron untuk membentuk ion zink, <math>\text{Zn}^{2+}</math>.</li> <li>• Zink, <math>\text{Zn}</math> dioksidakan.</li> </ul>



- Setengah persamaan, persamaan ion dan persamaan kimia bagi tindak balas ini dapat dibina berdasarkan pemerhatian dan inferens bagi tindak balas yang berlaku.

**Setengah persamaan pengoksidaan:**  $\text{Zn(p)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^-$  (atom zink, Zn membebaskan elektron)

**Setengah persamaan penurunan:**  $\text{Cu}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu(p)}$  (ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$  menerima elektron)

**Persamaan ion:**  $\text{Zn(p)} + \text{Cu}^{2+}(\text{ak}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{ak}) + \text{Cu(p)}$

**Persamaan kimia:**  $\text{Zn(p)} + \text{Cu(NO}_3)_2(\text{ak}) \rightarrow \text{Zn(NO}_3)_2(\text{ak}) + \text{Cu(p)}$

- Keelektropositifan ialah kecenderungan atom membebaskan elektron untuk membentuk kation.
- Siri elektrokimia ialah satu siri penyusunan logam mengikut tertib keupayaan elektrod piawai,  $E^0$  dari paling negatif kepada paling positif. Logam yang lebih elektropositif adalah agen penurunan lebih kuat kerana nilai  $E^0$  lebih negatif maka lebih mudah melepaskan elektron. Rajah 1.9 menunjukkan Siri Elektrokimia iaitu sebahagian dari siri keupayaan elektrod piawai.



**Link Topik**

**Redoks:** Keupayaan elektrod piawai di halaman 23.

**Redoks:** Kakisan logam di halaman 52.

**Termokimia:** Haba penyesaran di halaman 125.

Ion logam (Agen pengoksidaan)	Logam (Agen penurunan)
$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{K}$	$\text{K} \quad E^0 = -2.92 \text{ V}$
$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ca}$	$\text{Ca} \quad E^0 = -2.87 \text{ V}$
$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}$	$\text{Na} \quad E^0 = -2.71 \text{ V}$
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}$	$\text{Mg} \quad E^0 = -2.38 \text{ V}$
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}$	$\text{Al} \quad E^0 = -1.66 \text{ V}$
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$	$\text{Zn} \quad E^0 = -0.76 \text{ V}$
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	$\text{Fe} \quad E^0 = -0.44 \text{ V}$
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}$	$\text{Sn} \quad E^0 = -0.14 \text{ V}$
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}$	$\text{Pb} \quad E^0 = -0.13 \text{ V}$
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2$	$\text{H}_2 \quad E^0 = 0.00 \text{ V}$
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	$\text{Cu} \quad E^0 = +0.34 \text{ V}$
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	$\text{Ag} \quad E^0 = +0.80 \text{ V}$

Kekuatan sebagai agen pengoksidaan meningkat

Kekuatan sebagai agen penurunan meningkat

Logam yang lebih elektropositif berada pada kedudukan yang lebih tinggi dalam siri elektrokimia.

Tindak balas yang berlaku melibatkan pemindahan elektron daripada atom logam kepada ion logam.

Semakin elektropositif sesuatu logam, semakin mudah atom logam itu melepaskan elektron.

Logam yang berada di bahagian atas dalam siri elektrokimia merupakan **agen penurunan** yang lebih kuat.

Sebaliknya, semakin rendah kedudukan sesuatu ion logam dalam siri elektrokimia, semakin mudah ion logam itu menerima elektron.

Ion logam yang berada di bahagian bawah dalam siri elektrokimia merupakan **agen pengoksidaan** yang lebih kuat.

Rajah 1.9 Siri Elektrokimia

- Dengan menggunakan logam yang sesuai, bolehkah anda menerangkan tindak balas redoks yang berlaku dalam penyesaran argentum, Ag daripada larutan garamnya?

**Cabaran Minda**

Apakah yang dapat diperhatikan apabila kepingan kuprum, Cu dimasukkan ke dalam tabung uji yang berisi larutan magnesium sulfat,  $\text{MgSO}_4$ ? Adakah tindak balas penyesaran berlaku? Jelaskan jawapan anda.

## Aktiviti Makmal 10 Penyesaran Logam daripada Larutan Garamnya

PAK21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

**Tujuan:** Mengkaji tindak balas redoks dalam penyesaran logam daripada larutan garamnya.

**Bahan :** Pita magnesium, Mg, kepingan plumbum, Pb, kepingan kuprum, Cu, larutan plumbum(II) nitrat,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$ , larutan magnesium nitrat,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ,  $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$  dan larutan kuprum(II) nitrat,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$   $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$ .

**Radas :** Tabung uji, rak tabung uji dan kertas pasir.

**Prosedur:**

1. Dengan menggunakan kepingan logam dan larutan garam yang dibekalkan, rancangkan satu eksperimen untuk menyiasat tindak balas redoks dalam penyesaran logam daripada larutan garamnya.
2. Tuliskan langkah-langkah penyiasatan dengan jelas.
3. Rekodkan semua pemerhatian.

**Keputusan:**

Sediakan jadual yang sesuai untuk merekodkan semua pemerhatian dan inferens.

**Perbincangan:**

1. Bagi setiap set eksperimen:
  - (a) Tuliskan setengah persamaan pengoksidaan, setengah persamaan penurunan dan persamaan ion keseluruhan.
  - (b) Kenal pasti:
 

(i) Bahan yang dioksidakan.	(iii) Agen pengoksidaan.
(ii) Bahan yang diturunkan.	(iv) Agen penurunan.
  - (c) Berikan sebab bagi jawapan (b)(i), (ii), (iii) dan (iv).



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

## Tindak Balas Penyesaran Halogen daripada Larutan Halidanya

- Atom unsur halogen cenderung menerima elektron untuk membentuk ion halida. Oleh itu, halogen mengalami tindak balas penurunan dan bertindak sebagai agen pengoksidaan.

Menuruni Kumpulan 17 kereaktifan unsur halogen semakin berkurangan

- Atom unsur halogen semakin sukar menerima elektron. Oleh itu, kekuatan halogen sebagai agen pengoksidaan semakin berkurangan.
- Sebaliknya ion halida semakin mudah membebaskan elektron. Oleh itu, kekuatan ion halida sebagai agen penurunan semakin meningkat.

- Penyesaran halogen dilakukan dengan menambahkan satu halogen ke dalam suatu larutan halida lain. Halogen yang berada lebih atas dalam Kumpulan 17 (lebih reaktif) dapat menyesarkan halogen di bawah (kurang reaktif) daripada larutan halidanya.
- Rajah 1.10 menunjukkan air klorin,  $\text{Cl}_2$  dimasukkan ke dalam tabung uji yang berisikan larutan kalium bromida,  $\text{KBr}$ . Pemerhatian dan inferensnya bagi tindak balas yang berlaku adalah seperti yang berikut:





## Aktiviti Makmal ID Penyesaran Halogen daripada Larutan Halidanya

**Tujuan:** Mengkaji tindak balas redoks dalam penyesaran halogen daripada larutan halidanya.

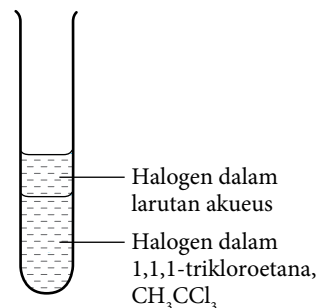
**Bahan :** Air klorin,  $\text{Cl}_2$ , air bromin,  $\text{Br}_2$ , larutan iodin,  $\text{I}_2$ , larutan kalium klorida,  $\text{KCl}$   $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$ , larutan kalium bromida,  $\text{KBr}$   $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$ , larutan kalium iodida,  $\text{KI}$   $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$  dan pelarut organik 1,1,1-trikloroetana,  $\text{CH}_3\text{CCl}_3$ .

**Radas :** Tabung uji, silinder penyukat dan rak tabung uji.

**Prosedur:**

### A. Warna halogen di dalam larutan akueus dan pelarut organik 1,1,1-trikloroetana, $\text{CH}_3\text{CCl}_3$

1. Tuangkan  $2 \text{ cm}^3$  air klorin,  $\text{Cl}_2$  ke dalam sebuah tabung uji.
2. Tambahkan  $2 \text{ cm}^3$  pelarut organik 1,1,1-trikloroetana,  $\text{CH}_3\text{CCl}_3$ , ke dalam tabung uji itu seperti pada Rajah 1.12.
3. Goncangkan campuran dengan kuat dan biarkan tabung uji di rak tabung uji selama 30 saat.
4. Perhatikan dan rekodkan warna lapisan larutan akueus dan lapisan 1,1,1-trikloroetana,  $\text{CH}_3\text{CCl}_3$ .
5. Ulangi langkah 1 hingga 4 dengan menggunakan air bromin,  $\text{Br}_2$  dan larutan iodin,  $\text{I}_2$ .



Rajah 1.12

### B. Tindak balas penyesaran halogen daripada larutan halidanya

1. Tuangkan  $2 \text{ cm}^3$  larutan kalium klorida,  $\text{KCl}$  ke dalam sebuah tabung uji.
2. Tambahkan  $2 \text{ cm}^3$  air bromin,  $\text{Br}_2$  ke dalam tabung uji itu.
3. Goncangkan campuran dan perhatikan sebarang perubahan warna yang berlaku.
4. Tambahkan  $2 \text{ cm}^3$  1,1,1-trikloroetana,  $\text{CH}_3\text{CCl}_3$  ke dalam tabung uji itu.
5. Goncangkan campuran dengan kuat dan biarkan selama 30 saat.
6. Perhatikan dan rekodkan warna lapisan akueus dan lapisan 1,1,1-trikloroetana,  $\text{CH}_3\text{CCl}_3$ .
7. Ulangi langkah 1 hingga 6 dengan menggunakan larutan halida dan halogen seperti ditunjukkan dalam jadual yang berikut.

Larutan halida	Halogen
Kalium klorida, $\text{KCl}$	Air bromin, $\text{Br}_2$
	Larutan iodin, $\text{I}_2$
Kalium bromida, $\text{KBr}$	Air klorin, $\text{Cl}_2$
	Larutan iodin, $\text{I}_2$
Kalium iodida, $\text{KI}$	Air klorin, $\text{Cl}_2$
	Air bromin, $\text{Br}_2$

**Keputusan:**

Sediakan jadual yang sesuai untuk merekodkan semua pemerhatian dalam bahagian A dan bahagian B.

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri



### Langkah Berjaga-jaga

Klorin, bromin dan iodin adalah beracun. Gunakan air klorin, air bromin dan larutan iodin dengan berhati-hati.

**Perbincangan:**

- Apakah fungsi 1,1,1-trikloroetana,  $\text{CH}_3\text{CCl}_3$  dalam eksperimen ini?
- Nyatakan halogen yang dapat;
  - menyesarkan klorin,  $\text{Cl}_2$  daripada larutan kalium klorida,  $\text{KCl}$ ,
  - menyesarkan bromin,  $\text{Br}_2$  daripada larutan kalium bromida,  $\text{KBr}$ , dan
  - menyesarkan iodin,  $\text{I}_2$  daripada larutan kalium iodida,  $\text{KI}$ .
- Bagi setiap tindak balas penyesaran halogen yang berlaku;
  - tuliskan setengah persamaan pengoksidaan dan setengah persamaan penurunan,
  - tuliskan persamaan ion keseluruhan bagi tindak balas redoks itu, dan
  - kenal pasti bahan yang dioksidakan, bahan yang diturunkan, agen pengoksidaan dan agen penurunan. Berikan sebab bagi jawapan anda.
- Berdasarkan pemerhatian daripada aktiviti makmal ini;
  - susun klorin,  $\text{Cl}_2$ , bromin,  $\text{Br}_2$  dan iodin,  $\text{I}_2$  dari segi kekuatan sebagai agen pengoksidaan dalam tertib menaik,
  - deduksikan hubungan antara kekuatan sesuatu halogen sebagai agen pengoksidaan dengan kedudukan halogen dalam Kumpulan 17, dan
  - susun ion klorida,  $\text{Cl}^-$ , ion bromida,  $\text{Br}^-$  dan ion iodida,  $\text{I}^-$  berdasarkan kekuatan sebagai agen penurunan dalam tertib menaik.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

Portal  
Kimia



Tindak Balas  
Penyesaran Logam  
<https://bit.ly/kpkt5v6>



Tindak Balas  
Penyesaran Halogen  
<https://bit.ly/kpkt5v7>

### Uji Diri 1.1

- Apakah yang dimaksudkan dengan tindak balas redoks?
- Jadual 1.5 menunjukkan persamaan bagi beberapa tindak balas redoks.

Jadual 1.5

Tindak balas	Persamaan kimia
I	$\text{Cu(p)} + 2\text{Ag}^+(\text{ak}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{Ag(p)}$
II	$2\text{Pb(p)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{PbO(p)}$
III	$2\text{Al(p)} + 3\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{AlCl}_3(\text{p)}$
IV	$\text{Br}_2(\text{ak}) + 2\text{I}^-(\text{ak}) \rightarrow 2\text{Br}^-(\text{ak}) + \text{I}_2(\text{ak})$

Bagi setiap tindak balas redoks di atas;

- tuliskan setengah persamaan pengoksidaan dan setengah persamaan penurunan, dan
- kenal pasti bahan yang dioksidakan, bahan yang diturunkan, agen pengoksidaan dan agen penurunan. Terangkan jawapan anda berdasarkan pemindahan elektron.

## 1.2

## KEUPAYAAN ELEKTROD PIAWAI

Mei, mengapakah kamu mencelupkan kepingan zink ke dalam larutan akueus yang ada ion  $Zn^{2+}$ ?

Oh, ini susunan radas untuk sel setengah. Kepingan zink dikenali sebagai elektrod.



Ya...Nabihah. Beza keupayaan yang terhasil dalam sel setengah itu merupakan keupayaan elektrod zink.

### Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 1.2.1 Memerihal keupayaan elektrod piawai.
- 1.2.2 Menentukan agen pengoksidaan dan agen penurunan berdasarkan nilai keupayaan elektrod piawai.

Rajah 1.13 Memahami keupayaan elektrod

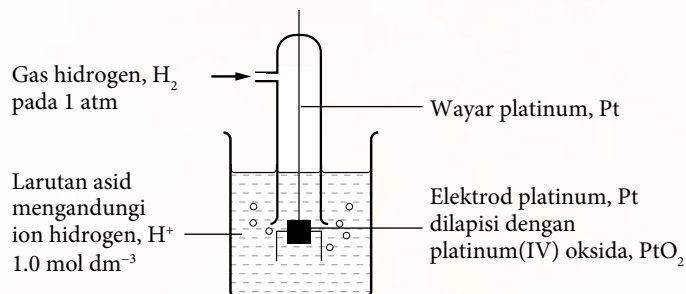
- Berdasarkan perbualan pelajar dalam Rajah 1.13, apakah yang anda faham tentang keupayaan elektrod? Bagaimanakah keupayaan elektrod piawai ditentukan?

Keupayaan elektrod ialah beza keupayaan yang terhasil apabila wujud keseimbangan antara kepingan logam M dan larutan akueus yang mengandungi ion logam  $M^{n+}$  dalam sel setengah.

- Keupayaan elektrod suatu sel tidak dapat diukur secara langsung. Oleh itu, nilai keupayaan elektrod bagi suatu sistem ditentukan berdasarkan perbezaan keupayaan elektrod antara dua sel setengah.
- Keupayaan elektrod bagi suatu sistem elektrod dapat diukur sekiranya elektrod tersebut digandingkan dengan satu sistem elektrod rujukan piawai. Dengan persetujuan antarabangsa, elektrod hidrogen piawai dipilih sebagai elektrod rujukan untuk mengukur nilai keupayaan elektrod piawai.
- Keupayaan elektrod piawai,  $E^0$  bagi sel diukur pada keadaan piawai, iaitu:
  - (i) Kepekatan ion di dalam larutan akueus  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$ .
  - (ii) Tekanan gas 1 atm atau 101 kPa.
  - (iii) Suhu  $25^\circ\text{C}$  atau 298K.
  - (iv) Platinum digunakan sebagai elektrod lengai apabila sel setengah bukan elektrod logam.

## Elektrod Hidrogen Piawai

- Gambar rajah sel setengah elektrod hidrogen piawai ditunjukkan dalam Rajah 1.14.

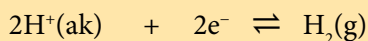


Rajah 1.14 Elektrod hidrogen piawai

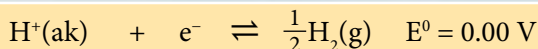


Fungsi platinum(IV) oksida,  $PtO_2$  adalah untuk meningkatkan luas permukaan platinum, Pt dan untuk menjerap (*adsorb*) gas hidrogen,  $H_2$  supaya molekul hidrogen,  $H_2$  yang lebih dekat bersentuhan dengan ion hidrogen,  $H^+$  di dalam larutan.

- Elektrod hidrogen piawai terdiri daripada satu elektrod platinum, Pt yang direndam ke dalam larutan asid yang mengandungi ion hidrogen,  $H^+$   $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  dan gas hidrogen,  $H_2$  pada tekanan 1 atm dialirkan ke dalam larutan asid itu.
- Persamaan sel setengah hidrogen ialah:



- Keupayaan elektrod hidrogen piawai,  $E^0$  diberi nilai 0.00 V



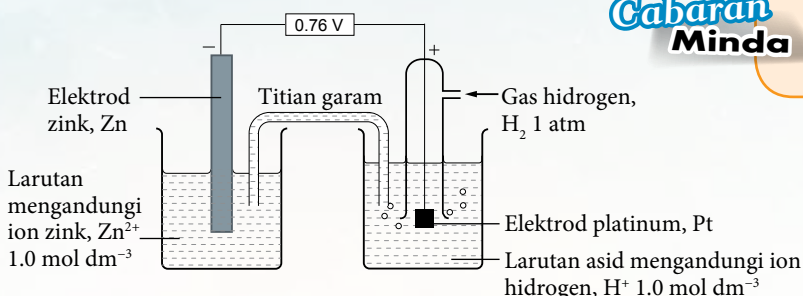
**Elektrod Hidrogen Piawai**

<https://bit.ly/kpkt5v9>

## Nilai Keupayaan Elektrod Piawai, $E^0$

Bagaimanakah nilai keupayaan elektrod piawai,  $E^0$  zink ditentukan?

- Rajah 1.15 menunjukkan keupayaan elektrod piawai,  $E^0$  zink diperoleh apabila sel setengah yang terdiri daripada elektrod zink, Zn dicelup ke dalam larutan mengandungi ion zink,  $Zn^{2+}$   $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  disambungkan kepada elektrod hidrogen piawai dan titian garam.



**Cabaran Minda**

Titian garam mengandungi larutan tepu kalium nitrat. Apakah fungsi titian garam?



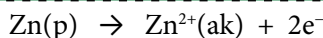
**Keupayaan Elektrod Piawai**

<https://bit.ly/kpkt5v8>

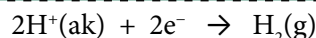
**Rajah 1.15** Susunan radas untuk menentukan keupayaan elektrod piawai,  $E^0$  zink

- Oleh sebab keupayaan elektrod hidrogen piawai ialah 0.00 V, maka bacaan voltmeter 0.76 V menunjukkan keupayaan elektrod zink. Zink, Zn adalah lebih cenderung untuk membebaskan elektron berbanding hidrogen. Maka zink, Zn menjadi terminal negatif. Elektron bergerak dari elektrod zink, Zn (terminal negatif) ke elektrod platinum, Pt (terminal positif) melalui wayar penyambung.

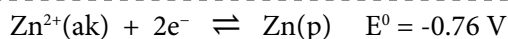
- Setengah persamaan di terminal negatif (tindak balas pengoksidaan)



- Setengah persamaan di terminal positif (tindak balas penurunan)



- Keupayaan elektrod piawai sel setengah zink mesti ditulis sebagai penurunan



- Tanda negatif menunjukkan elektrod zink ialah terminal negatif apabila disambungkan kepada elektrod hidrogen piawai.



## Agen Pengoksidaan dan Agen Penurunan Berdasarkan Nilai Keupayaan Elektrod Piawai

- Jadual 1.6 menunjukkan sebahagian siri keupayaan elektrod piawai bagi sel setengah yang disusun dalam tertib meningkat nilai keupayaan elektrod piawai daripada yang paling negatif hingga yang paling positif.
- Keupayaan elektrod piawai,  $E^0$  juga dikenali sebagai keupayaan penurunan piawai. Semua persamaan sel setengah ditulis sebagai penurunan.
- Nilai  $E^0$  ialah ukuran kecenderungan suatu bahan sama ada menerima atau membebaskan elektron.



Jadual 1.6 Siri Keupayaan Elektrod Piawai

Tindak balas sel setengah	$E^0 / \text{V (298 K)}$
$\text{Li}^+(\text{ak}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}(\text{p})$	-3.04
$\text{K}^+(\text{ak}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{K}(\text{p})$	-2.92
$\text{Ca}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{p})$	-2.87
$\text{Na}^+(\text{ak}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}(\text{p})$	-2.71
$\text{Mg}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{p})$	-2.38
$\text{Al}^{3+}(\text{ak}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{p})$	-1.66
$\text{Zn}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{p})$	-0.76
$\text{Fe}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{p})$	-0.44
$\text{Ni}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{p})$	-0.25
$\text{Sn}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{p})$	-0.14
$\text{Pb}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{p})$	-0.13
$2\text{H}^+(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g})$	0.00
$\text{Cu}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{p})$	+0.34
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ce}) + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-(\text{ak})$	+0.40
$\text{I}_2(\text{p}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-(\text{ak})$	+0.54
$\text{Fe}^{3+}(\text{ak}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{ak})$	+0.77
$\text{Ag}^+(\text{ak}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{p})$	+0.80
$\text{Br}_2(\text{ce}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-(\text{ak})$	+1.07
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{ak}) + 14\text{H}^+(\text{ak}) + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+}(\text{ak}) + 7\text{H}_2\text{O}(\text{ce})$	+1.33
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-(\text{ak})$	+1.36
$\text{MnO}_4^-(\text{ak}) + 8\text{H}^+(\text{ak}) + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}(\text{ak}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{ce})$	+1.52
$\text{H}_2\text{O}_2(\text{ak}) + 2\text{H}^+(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{ce})$	+1.77
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{ak}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-}(\text{ak})$	+2.01
$\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{F}^-(\text{ak})$	+2.87

Kekuatan sebagai agen pengoksidaan meningkat

Kekuatan sebagai agen penurunan meningkat

- Berdasarkan Jadual 1.6, perbandingan nilai keupayaan elektrod piawai,  $E^0$  digunakan untuk menentukan sama ada argentum, Ag atau magnesium, Mg merupakan agen pengoksidaan atau agen penurunan.

Nilai  $E^0$  Ag lebih positif,

- Ion argentum,  $\text{Ag}^+$  di sebelah kiri ialah agen pengoksidaan yang lebih kuat.
- Ion  $\text{Ag}^+$  lebih mudah menerima elektron dan mengalami penurunan.
- Sebaliknya atom argentum, Ag di sebelah kanan sukar melepaskan elektron.

Nilai  $E^0$  Mg lebih negatif,

- Atom magnesium, Mg di sebelah kanan ialah agen penurunan yang lebih kuat.
- Atom magnesium, Mg lebih mudah melepaskan elektron dan mengalami pengoksidaan.
- Sebaliknya ion magnesium,  $\text{Mg}^{2+}$  di sebelah kiri sukar menerima elektron.

- Secara ringkasnya dapat disimpulkan bahawa nilai  $E^0$  dapat digunakan untuk menentukan bahan yang akan mengalami tindak balas pengoksidaan atau penurunan serta kekuatan sebagai agen pengoksidaan atau agen penurunan seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1.16.



**Rajah 1.16** Hubungan nilai  $E^0$  dengan kekuatan bahan sebagai agen pengoksidaan dan agen penurunan

- Merujuk kepada nilai keupayaan elektrod piawai pada Jadual 1.6, bagaimanakah anda mengenal pasti agen pengoksidaan dan agen penurunan dalam Gambar foto 1.4(a) dan 1.4(b)?

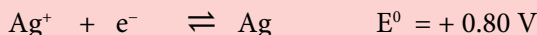
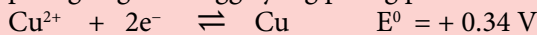
Dawai kuprum, Cu dalam larutan argentum nitrat,  $\text{AgNO}_3$



**Gambar foto 1.4(a)**  
(Sumber: Quora.com, 2018)

Adakah tindak balas antara kuprum, Cu dan argentum nitrat,  $\text{AgNO}_3$  berlaku?

(i) Nilai keupayaan elektrod piawai,  $E^0$  disusun daripada yang paling negatif hingga yang paling positif.



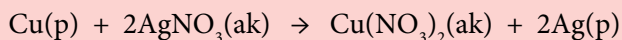
(ii) Nilai  $E^0$  Cu yang lebih negatif atau kurang positif daripada  $E^0$  Ag:

- Kuprum, Cu ialah agen penurunan yang lebih kuat berbanding dengan Argentum, Ag.
- Oleh itu, atom kuprum, Cu cenderung membebaskan elektron untuk membentuk ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$ .
- Kuprum, Cu mengalami tindak balas pengoksidaan.

(iii) Nilai  $E^0$  Ag lebih positif daripada  $E^0$  Cu:

- Ion argentum,  $\text{Ag}^+$  ialah agen pengoksidaan yang lebih kuat berbanding dengan ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$ .
- Oleh itu, ion argentum,  $\text{Ag}^+$  cenderung menerima elektron bagi membentuk atom argentum, Ag.
- Ion argentum,  $\text{Ag}^+$  mengalami tindak balas penurunan.

Tindak balas penyesaran berlaku antara agen penurunan kuat, iaitu kuprum, Cu dengan agen pengoksidaan kuat, iaitu ion argentum,  $\text{Ag}^+$ .  
Persamaan tindak balas penyesaran:



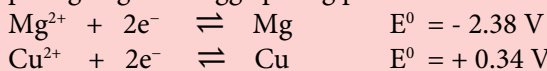
Dawai kuprum, Cu dalam larutan magnesium nitrat,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$



Gambar foto 1.4(b)  
(Sumber: Quora.com, 2018)

Adakah tindak balas antara kuprum, Cu dan magnesium nitrat,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  berlaku?

(i) Nilai keupayaan elektrod piawai,  $E^0$  di susun daripada yang paling negatif hingga paling positif.



(ii) Nilai  $E^0$  Cu lebih positif daripada  $E^0$  Mg:

- Kuprum, Cu ialah agen penurunan yang lebih lemah berbanding dengan magnesium, Mg.
- Oleh itu, atom kuprum, Cu sukar untuk membebaskan elektron bagi membentuk ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$ .
- Kuprum, Cu tidak mengalami pengoksidaan.

(iii) Nilai  $E^0$  Mg lebih negatif daripada  $E^0$  Cu:

- Ion magnesium,  $\text{Mg}^{2+}$  ialah agen pengoksidaan yang lebih lemah berbanding dengan ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$ .
- Oleh itu, ion magnesium,  $\text{Mg}^{2+}$  sukar untuk menerima elektron bagi membentuk atom magnesium, Mg.
- Ion magnesium,  $\text{Mg}^{2+}$  tidak mengalami penurunan.

Tindak balas penyesanan tidak berlaku antara agen penurunan lemah, iaitu kuprum, Cu dengan agen pengoksidaan lemah, iaitu ion magnesium,  $\text{Mg}^{2+}$ .



## AKTIVITI 1F



Jalankan aktiviti ini secara *Think-Pair-Share*.

1. Rujuk halaman 24 untuk mendapatkan nilai keupayaan elektrod piawai,  $E^0$  sel.
2. Bincangkan bersama dengan rakan anda sama ada tindak balas yang berikut berlaku ataupun tidak.
  - (a)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{ak}) + 14\text{H}^+(\text{ak}) + 6\text{Cl}^-(\text{ak}) \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{ak}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) + 7\text{H}_2\text{O}(\text{ce})$
  - (b)  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{ak}) + 2\text{Br}^-(\text{ak}) + 2\text{H}^+(\text{ak}) \rightarrow \text{Br}_2(\text{ak}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ce})$
3. Bentangkan hasil perbincangan anda di hadapan kelas anda.



## Objektif 1.2

1. Jadual 1.7 menunjukkan nilai keupayaan elektrod piawai sel setengah beberapa logam.

Jadual 1.7

$\text{Cu}^{2+}(\text{ak}) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{p})$	$E^0 = +0.34 \text{ V}$
$\text{Mg}^{2+}(\text{ak}) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{p})$	$E^0 = -2.38 \text{ V}$
$\text{Ag}^+(\text{ak}) + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{p})$	$E^0 = +0.80 \text{ V}$
$\text{Zn}^{2+}(\text{ak}) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{p})$	$E^0 = -0.76 \text{ V}$

- (a) Susunkan atom atau ion dalam Jadual 1.7 dalam tertib menaik kekuatan agen pengoksidaan dan agen penurunan.
- (b) Berdasarkan jawapan anda di (a), terangkan adakah tindak balas akan berlaku bagi bahan tindak balas yang berikut:
  - (i)  $\text{Mg}(\text{p}) + \text{Cu}^{2+}(\text{ak})$ .
  - (ii)  $\text{Mg}(\text{p}) + \text{Zn}^{2+}(\text{ak})$ .
  - (iii)  $\text{Cu}(\text{p}) + \text{Zn}^{2+}(\text{ak})$ .

## 1.3 SEL KIMIA



Gambar foto 1.5 Sel kimia daripada ubi kentang sebagai sumber tenaga elektrik

- Tahukah anda, dua kepingan logam yang berbeza jenis dicucuk pada ubi kentang, dapat menghasilkan arus tenaga elektrik?

### Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 1.3.1 Menerangkan tindak balas redoks dalam sel kimia melalui eksperimen.



Link Topik

Redoks: Elektrolit dan bukan Elektrolit di halaman 31.

Apakah sel kimia ringkas?

Dua kepingan logam berlainan jenis yang dicelup ke dalam elektrolit dan disambung dengan wayar penyambung.

Dikenali juga sebagai sel voltan atau sel galvanik.

Menukarkan tenaga kimia kepada tenaga elektrik.

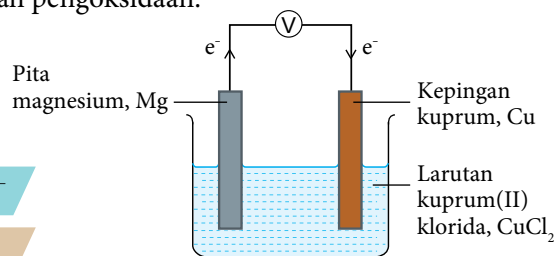
Tindak balas redoks yang berlaku dalam sel menyebabkan pengaliran elektron. Beza keupayaan yang dikesan pada voltmeter menunjukkan arus elektrik terhasil.

### Tindak Balas Redoks dalam Sel Kimia

- Rajah 1.17 menunjukkan contoh sel kimia ringkas bagi pasangan logam Mg/Cu.
- Nilai  $E^0$  magnesium adalah lebih negatif, maka magnesium, Mg menjadi terminal negatif.
- Tindak balas yang berlaku di terminal negatif ialah pengoksidaan.
- Nilai  $E^0$  kuprum adalah lebih positif, maka kuprum, Cu menjadi terminal positif.
- Tindak balas di terminal positif ialah suatu tindak balas penurunan.

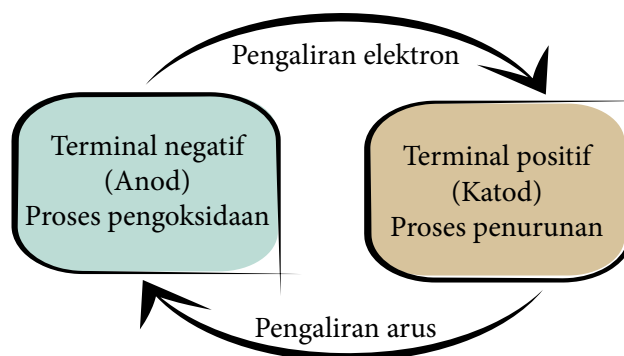
**Terminal negatif:**  $\text{Mg}(p) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(ak) + 2e^-$

**Terminal positif:**  $\text{Cu}^{2+}(ak) + 2e^- \rightarrow \text{Cu}(p)$



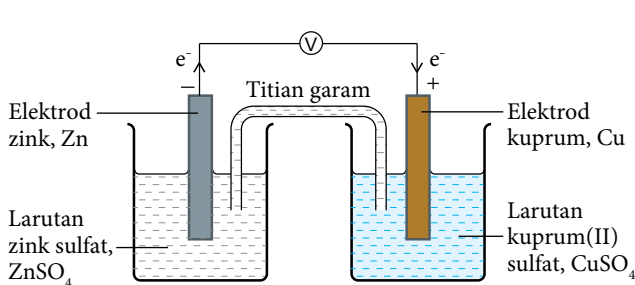
Rajah 1.17 Contoh sel kimia ringkas

- Elektron mengalir dari terminal negatif ke terminal positif, manakala arus mengalir dari terminal positif ke terminal negatif.
- Anod ialah elektrod tempat pengoksidaan berlaku. Dalam sel kimia, terminal negatif juga dikenali sebagai anod.
- Katod ialah elektrod tempat penurunan berlaku. Dalam sel kimia, terminal positif juga dikenali sebagai katod.

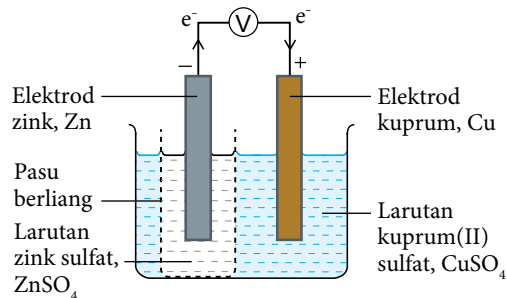




- Sel kimia juga dapat dibina dengan menggabungkan dua sel setengah yang mempunyai nilai  $E^0$  berbeza.
- Sel Daniell ialah contoh sel kimia yang terdiri daripada elektrod logam zink, Zn dan elektrod logam kuprum, Cu yang dicelupkan ke dalam larutan garam ion masing-masing.
- Dua larutan garam tersebut dihubungkan dengan menggunakan titian garam atau diasingkan dengan pasu berliang. Apakah fungsi titian garam atau pasu berliang tersebut?
- Rajah 1.18(a) menunjukkan sel Daniell yang menggunakan titian garam dan Rajah 1.18(b) menunjukkan sel Daniell yang menggunakan pasu berliang.



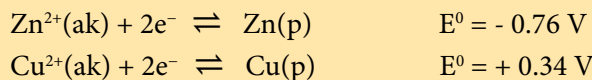
Rajah 1.18(a) Sel Daniell menggunakan titian garam



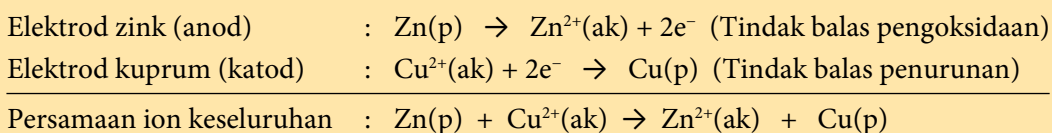
Rajah 1.18(b) Sel Daniell menggunakan pasu berliang

Didapati di dalam sel Daniell,

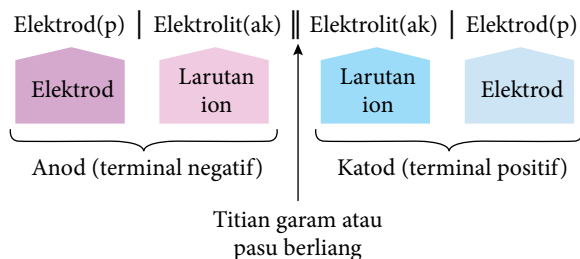
- $E^0$  bagi dua sel setengah ialah:



- Zink, Zn dengan nilai  $E^0$  yang lebih negatif ialah terminal negatif (anod). Kuprum, Cu dengan nilai  $E^0$  yang lebih positif ialah terminal positif (katod).
- Tindak balas yang berlaku ialah:



- Elektron mengalir dari elektrod zink, Zn ke elektrod kuprum, Cu melalui wayar penyambung.
- Sel kimia boleh ditulis dalam bentuk notasi sel. Anod ditulis di sebelah kiri notasi sel dan katod di sebelah kanan notasi sel.



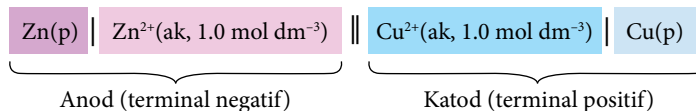
Portal Kimia



Notasi Sel

<https://bit.ly/kpkt5v10>

- Notasi sel bagi sel Daniell.



- Bacaan voltan,  $E_{\text{sel}}^0$  bagi sel Daniell.

$$E_{\text{sel}}^0 = E_{(\text{katod})}^0 - E_{(\text{anod})}^0$$

$$E_{\text{sel}}^0 = (+0.34) - (-0.76) = +1.10 \text{ V}$$

Voltan sel,  $E_{\text{sel}}^0$  dapat ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$E_{\text{sel}}^0 = E_{(\text{terminal positif})}^0 - E_{(\text{terminal negatif})}^0$$

$$E_{\text{sel}}^0 = E_{(\text{katod})}^0 - E_{(\text{anod})}^0$$

## Eksperimen 1A

### Menentukan Nilai Voltan dalam Sel Kimia

PAK21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

**Tujuan:** Menentukan nilai voltan dalam sel kimia dengan menggunakan pasangan logam yang berlainan.

**Penyataan masalah:** Bagaimanakah pasangan logam yang berlainan dicelup ke dalam elektrolit mempengaruhi nilai voltan sel kimia?

**Hipotesis:** Semakin besar perbezaan nilai keupayaan elektrod piawai pasangan logam, semakin besar nilai voltan sel.

**Pemboleh ubah:**

- Pemboleh ubah dimanipulasikan : Pasangan logam berlainan.
- Pemboleh ubah bergerak balas : Nilai voltan sel.
- Pemboleh ubah dimalarkan : Isi padu dan kepekatan elektrolit.

**Definisi secara operasi - Sel Kimia:** Voltmeter menunjukkan bacaan apabila pasangan logam yang berlainan jenis dicelup ke dalam elektrolit.

**Bahan:** Nyatakan senarai kepingan logam yang berlainan dan larutan garam ion logam yang sesuai dengan kepekatan  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$ .

**Radas:** Kertas pasir, voltmeter, wayar penyambung dengan klip buaya dan nyatakan radas yang sesuai untuk membina sel kimia.

**Prosedur:**

- Dengan menggunakan kepingan logam dan larutan garam yang dibekalkan, rancang eksperimen untuk membina sel kimia ringkas atau sel kimia yang menggabungkan dua sel setengah.
- Lukis susunan radas berlabel sel kimia ringkas atau sel kimia yang menggabungkan dua sel setengah untuk menjalankan eksperimen ini.
- Tuliskan langkah-langkah penyiasatan dengan jelas.
- Rekodkan semua pemerhatian.

**Keputusan:**

Rekodkan semua pemerhatian dalam jadual di bawah.

Pasangan logam	Nilai voltan (V)	Terminal negatif(anod)	Terminal positif(katod)

**Perbincangan:**

Bagi setiap set eksperimen:

1. Tuliskan setengah persamaan pengoksidaan, setengah persamaan penurunan dan persamaan ion keseluruhan.
2. Tuliskan notasi sel bagi sel kimia itu.
3. Hitung voltan sel secara teori dengan menggunakan nilai keupayaan elektrod piawai sel setengah.
4. Deduksikan hubungan antara pasangan logam dengan nilai voltan sel.

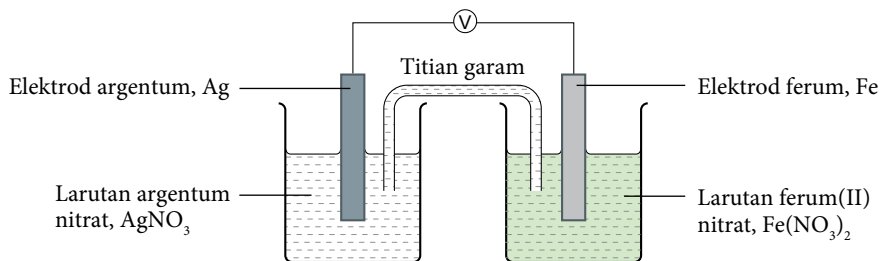


Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.

**AKTIVITI 1G**

Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan dan kolaboratif.

1. Rajah 1.19 menunjukkan susunan radas bagi satu sel kimia.



Rajah 1.19

- (a) Berdasarkan Rajah 1.19, dan dengan merujuk kepada nilai keupayaan elektrod piawai sel setengah:
  - (i) Kenal pasti terminal negatif dan terminal positif.
  - (ii) Tuliskan notasi sel bagi sel kimia itu.
  - (iii) Tuliskan setengah persamaan pengoksidaan, setengah persamaan penurunan dan persamaan ion keseluruhan.
  - (iv) Hitungkan voltan sel.

Bentangkan hasil kumpulan anda kepada rakan lain.

**Uji Diri 1.3**

1. Tuliskan notasi sel bagi sel kimia yang berikut:
  - (a)  $\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}$  dan  $\text{Mg}^{2+} / \text{Mg}$ .
  - (b)  $\text{Cl}_2 / \text{Cl}^-$  dan  $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$ .
2. Hitung nilai voltan bagi sel yang berikut:
  - (a)  $\text{Ni(p)} \mid \text{Ni}^{2+}(\text{ak}) \parallel \text{Pb}^{2+}(\text{ak}) \mid \text{Pb(p)}$ .
  - (b)  $\text{Pt(p)} \mid \text{I}^-(\text{ak}), \text{I}_2(\text{ak}) \parallel \text{Ag}^+(\text{ak}) \mid \text{Ag(p)}$ .
  - (c)  $\text{Pt(p)} \mid \text{Fe}^{2+}(\text{ak}), \text{Fe}^{3+}(\text{ak}) \parallel \text{Ag}^+(\text{ak}) \mid \text{Ag(p)}$ .
  - (d)  $\text{Pt(p)} \mid \text{Br}^-(\text{ak}), \text{Br}_2(\text{ak}) \parallel \text{Cl}_2(\text{ak}), \text{Cl}^-(\text{ak}) \mid \text{Pt(p)}$ .

## 1.4 SEL ELEKTROLISIS

### Elektrolisis

#### Elektrolit dan Bukan Elektrolit



Gambar foto 1.6  
Michael Faraday

- Pada tahun 1834, Michael Faraday ahli sains Inggeris telah mengemukakan Hukum Faraday. Beliau menamakan bahan kimia yang mengkonduksi arus elektrik sebagai elektrolit dan yang tidak mengkonduksi arus elektrik sebagai bukan elektrolit.



**Link Topik** **Kimia Tingkatan 4:**  
Sebatian Ion dan Sebatian Kovalen.

### Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 1.4.1 Menghurai elektrolisis.
- 1.4.2 Menghuraikan elektrolisis sebatian lebur melalui aktiviti.
- 1.4.3 Menerangkan faktor-faktor yang mempengaruhi elektrolisis larutan akueus melalui eksperimen.
- 1.4.4 Membandingkan sel kimia dan sel elektrolisis.
- 1.4.5 Menghuraikan penyaduran dan penulenan logam secara elektrolisis melalui aktiviti.

Elektrolit ialah bahan yang dapat mengalirkan arus elektrik dalam keadaan lebur atau larutan akueus dan mengalami perubahan kimia.

Bukan elektrolit ialah bahan yang tidak mengalirkan arus elektrik dalam semua keadaan.

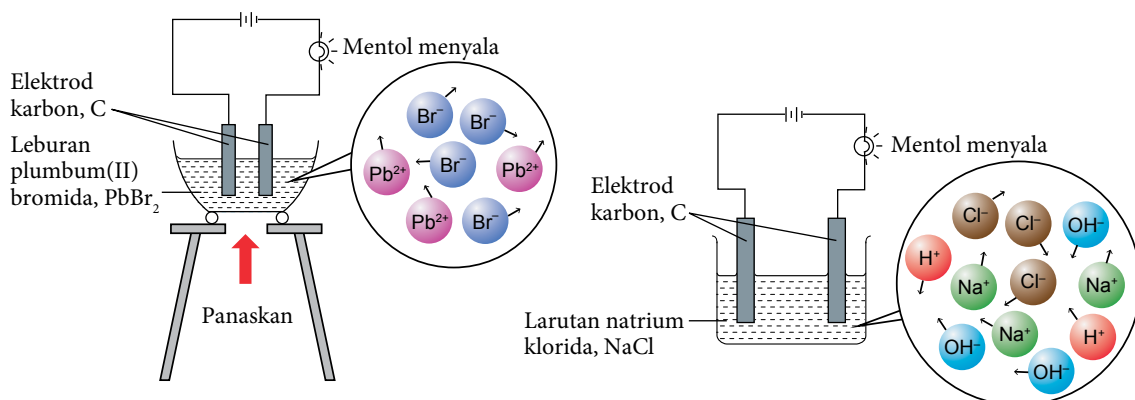
- Rajah 1.20 menunjukkan peta pokok bagi pengelasan bahan kepada elektrolit dan bukan elektrolit.



Rajah 1.20 Hubungan kekonduksian elektrik dengan kewujudan ion bebas bergerak



- Bolehkah anda mengenal pasti bahan elektrolit dan bahan bukan elektrolit? Cuba anda imbas kembali tentang kekonduksian elektrik sebatian ion dan sebatian kovalen yang dipelajari di tingkatan empat.
- Plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$  dan natrium klorida,  $\text{NaCl}$  ialah contoh elektrolit dan merupakan sebatian ion manakala asetamida,  $\text{CH}_3\text{CONH}_2$  dan glukosa,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  ialah contoh bukan elektrolit dan merupakan sebatian kovalen.
- Leburan plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$  dan larutan natrium klorida,  $\text{NaCl}$  boleh menghantarkan elektrik kerana terdapat ion-ion yang bebas bergerak. Ion-ion ini boleh membawa cas. Rajah 1.21 menunjukkan elektrolit di dalam leburan dan larutan akueus mengandungi ion-ion yang bebas bergerak.
- Asetamida,  $\text{CH}_3\text{CONH}_2$  dan glukosa,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  tidak boleh menghantarkan elektrik dalam keadaan lebur atau larutan akueus kerana wujud sebagai molekul dan tidak terdapat ion-ion yang bebas bergerak. Tidak ada ion-ion yang membawa cas.



Rajah 1.21 Elektrolit dapat mengalirkan arus elektrik kerana terdapat ion-ion yang bebas bergerak

**Link Topik** Kimia Tingkatan 4:  
Ikatan Logam.

### Perbandingan antara Konduktor dan Elektrolit

- Jadual 1.8 menunjukkan perbezaan antara konduktor dan elektrolit.

Jadual 1.8 Perbezaan antara konduktor dan elektrolit

Konduktor	Elektrolit
Bahan yang menghantarkan elektrik dalam keadaan pepejal atau leburan tetapi tidak mengalami perubahan kimia.	Bahan yang menghantarkan elektrik dalam keadaan leburan atau larutan akueus dan mengalami perubahan kimia.
Bahan mengalirkan arus elektrik tanpa mengalami penguraian.	Bahan mengalirkan arus elektrik dan mengalami penguraian kepada juzuk unsur-unsurnya.
Dapat mengalirkan arus elektrik kerana terdapat elektron yang bebas bergerak.	Dapat mengalirkan arus elektrik kerana terdapat ion-ion yang bebas bergerak.
Kekonduksian elektrik semakin berkurang apabila suhu semakin meningkat.	Kekonduksian elektrik semakin bertambah apabila suhu semakin meningkat.
Contoh konduktor ialah logam dan grafit.	Contoh elektrolit ialah sebatian ion serta asid dan alkali.



**Kimia Tingkatan 4:**  
Sebatian ion dan sebatian kovalen.

Portal  
Kimia



Perbandingan antara  
Konduktor dan Elektrolit  
<https://bit.ly/kpkt5v12>



**AKTIVITI**

1H

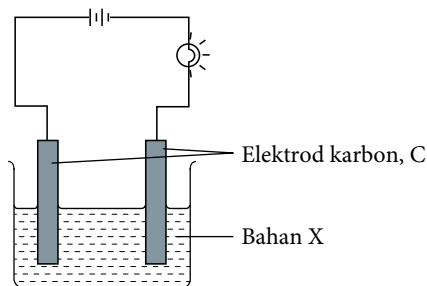


PAK21 Pembelajaran  
Sains Secara Inkuiri

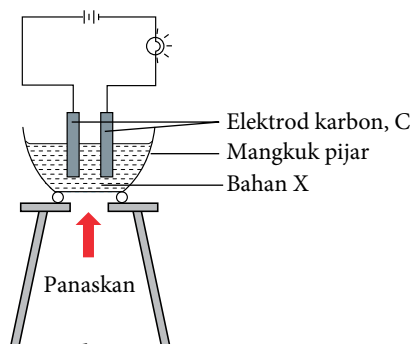
**Sebatian boleh dikelaskan kepada elektrolit dan bukan elektrolit.**

Bagaimanakah anda membuktikan sesuatu bahan tersebut merupakan satu elektrolit?

- Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
- Setiap kumpulan dikehendaki memilih satu bahan X untuk dikaji. Bahan X yang dibekalkan adalah seperti senarai berikut:
  - Pepejal kuprum(II) klorida,  $\text{CuCl}_2$
  - Pepejal glukosa,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
  - Pepejal asid oksalik,  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$
  - Ammonia akueus,  $\text{NH}_3$
  - Cecair heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$
  - Cecair etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- Dengan mengambil kira faktor-faktor keselamatan dan sifat bahan X, anda boleh menggunakan susunan radas seperti dalam Rajah 1.22 atau Rajah 1.23 untuk menentukan kekonduksian elektrik bahan X.



Rajah 1.22



Rajah 1.23

- Dapatkan kebenaran guru anda untuk menjalankan aktiviti ini. Pilih susunan radas yang sesuai dan jalankan eksperimen untuk menyiasat bahan X.
- Sediakan satu pembentangan ringkas aktiviti yang anda jalankan dengan memasukkan maklumat di bawah:
  - Pemerhatian sama ada mentol menyala atau tidak.
  - Inferens dari pemerhatian anda.
  - Kesimpulan sama ada bahan yang dipilih adalah elektrolit atau bukan elektrolit.
- Bentangkan dapatan anda kepada ahli kelas anda.

## Elektrolisis Sebatian Lebur

Elektrolisis ialah proses penguraian suatu sebatian dalam keadaan lebur atau larutan akueus kepada unsur jujuknya apabila arus elektrik mengalir melaluinya.

- Apabila arus elektrik dialirkan melalui elektrolit, ion-ion bebas bergerak. Anion (ion negatif) bergerak ke anod dan kation (ion positif) bergerak ke katod. Apakah yang dimaksudkan dengan anod dan katod? Semasa proses elektrolisis dijalankan, tindak balas redoks berlaku pada anod dan katod.

### Aktiviti Makmal *IE* Elektrolisis Leburan Plumbum(II) bromida, $PbBr_2$

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

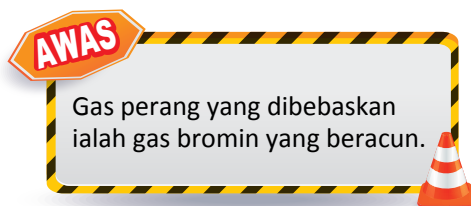
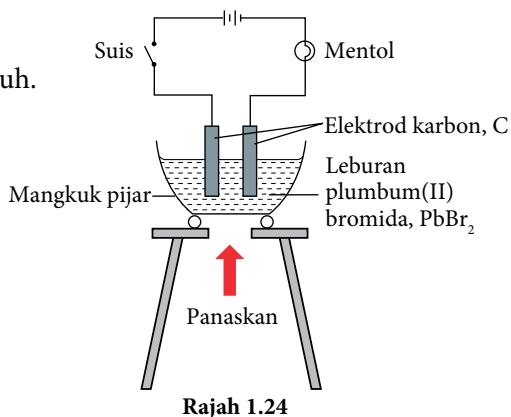
**Tujuan:** Mengkaji elektrolisis leburan plumbum(II) bromida,  $PbBr_2$ .

**Bahan :** Serbuk plumbum(II) bromida,  $PbBr_2$ .

**Radas :** Bikar, mangkuk pijar, mentol, bateri, elektrod karbon, wayar penyambung dengan klip buaya, suis, tungku kaki tiga, alas segi tiga tanah liat dan penunu Bunsen.

#### Prosedur:

1. Isi mangkuk pijar dengan serbuk plumbum(II) bromida,  $PbBr_2$  sehingga setengah penuh.
2. Letakkan mangkuk pijar itu di atas alas segi tiga tanah liat pada tungku kaki tiga.
3. Sambungkan elektrod karbon pada bateri, mentol dan suis dengan menggunakan wayar penyambung seperti ditunjukkan pada Rajah 1.24.
4. Panaskan serbuk plumbum(II) bromida,  $PbBr_2$  sehingga lebur.
5. Celupkan elektrod karbon, C ke dalam leburan plumbum(II) bromida,  $PbBr_2$  dan hidupkan suis untuk melengkapkan litar.
6. Perhatikan dan rekodkan perubahan yang berlaku pada anod.
7. Selepas 5 minit, matikan suis dan dengan cermat tuangkan leburan plumbum(II) bromida,  $PbBr_2$  ke dalam sebuah bikar.
8. Perhatikan bahan yang terbentuk pada anod dan katod serta rekodkan pemerhatian.



#### Keputusan:

Rekodkan semua pemerhatian dalam jadual di bawah.

Elektrod	Pemerhatian	Inferens
Anod		
Katod		

#### Perbincangan:

1. Namakan ion yang bergerak ke katod dan anod semasa elektrolisis.

- Tuliskan setengah persamaan yang berlaku di:
  - Katod.
  - Anod.
- Kenal pasti hasil yang terbentuk di katod dan anod.
- Terangkan bagaimana hasil pada katod dan anod terbentuk.
- Tuliskan persamaan ion keseluruhan yang mewakili elektrolisis leburan plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$ .



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

### Tahukah anda?

Elektrod karbon dan platinum ialah elektrod lengai.

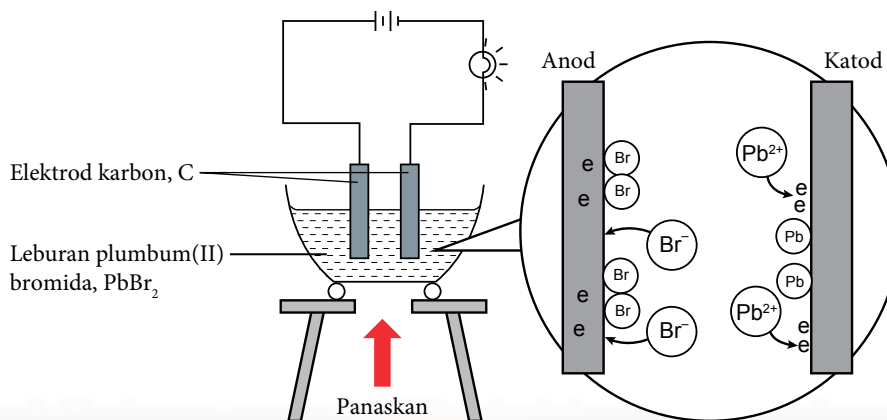
Portal  
Kimia



Elektrolisis Plumbum(II) bromida

<https://bit.ly/kpkt5v11>

- Semasa elektrolisis, mengapakah mentol hanya menyala apabila plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$  telah lebur? Plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$  ialah sebatian ion yang mengandungi ion plumbum(II),  $\text{Pb}^{2+}$  dan ion bromida,  $\text{Br}^-$ .
- Pepejal plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$  tidak boleh mengalirkan arus elektrik kerana ion plumbum(II),  $\text{Pb}^{2+}$  dan ion bromida,  $\text{Br}^-$  berada dalam struktur kekisi ion yang tetap dan tidak bebas bergerak.
- Apabila plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$  lebur, ion plumbum(II),  $\text{Pb}^{2+}$  dan ion bromida,  $\text{Br}^-$  bebas bergerak seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1.25.
- Pemerhatian dan inferens bagi elektrolisis leburan plumbum(II) bromida,  $\text{PbBr}_2$  dalam Jadual 1.9 dapat dijelaskan melalui carta alir pada Rajah 1.26.

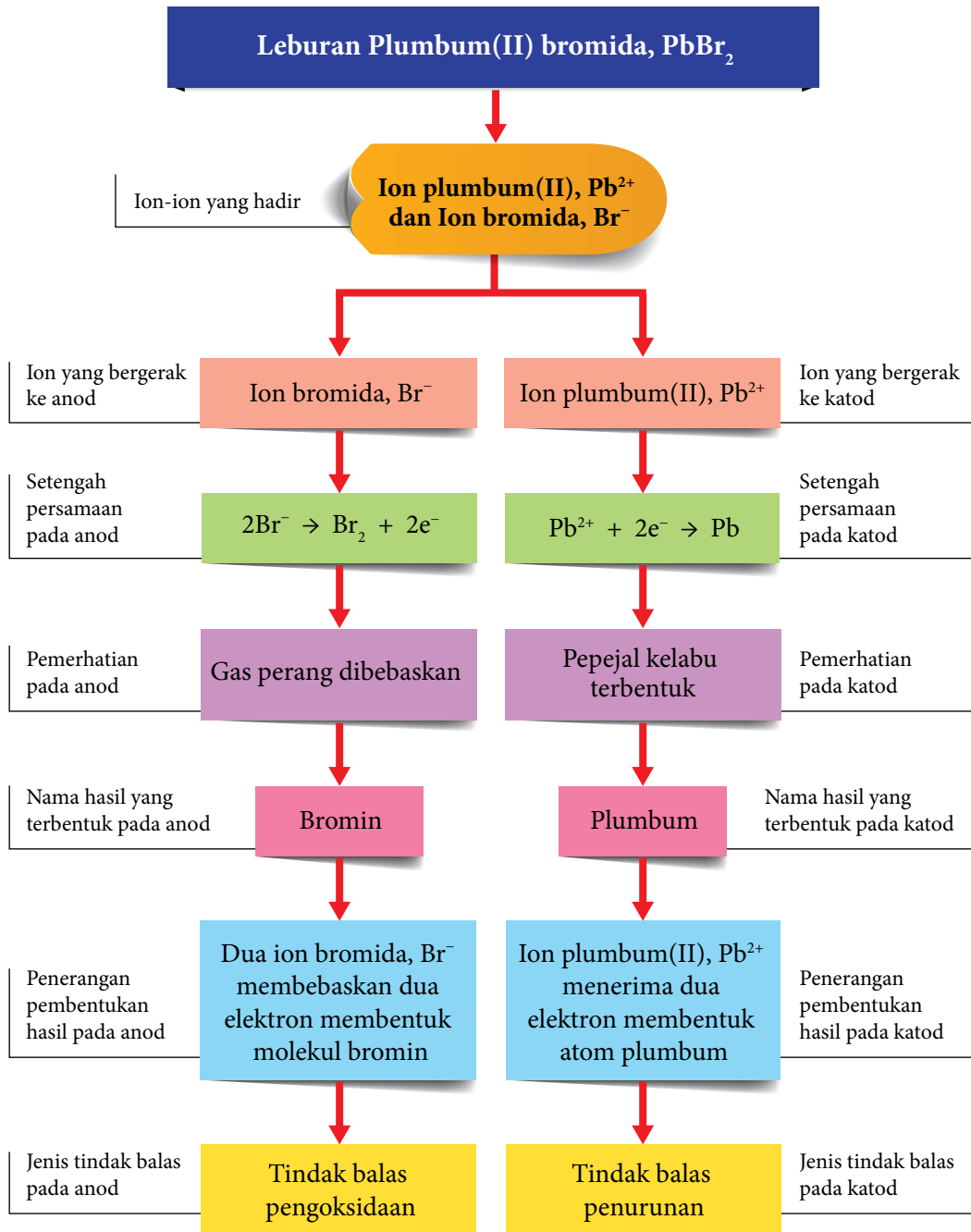


Rajah 1.25 Ion plumbum(II),  $\text{Pb}^{2+}$  bergerak ke katod dan ion bromida,  $\text{Br}^-$  bergerak ke anod



Jadual 1.9

Pemerhatian	Inferens
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gas perang dibebaskan pada anod</li> <li>Pepejal kelabu terbentuk pada katod</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gas bromin, Br<sub>2</sub> terhasil</li> <li>Logam plumbum, Pb terbentuk</li> </ul>

Rajah 1.26 Carta alir elektrolisis plumbum(II) bromida, PbBr<sub>2</sub> lebur



## AKTIVITI

11



- Dengan menggunakan peta pemikiran yang sesuai, ramalkan pemerhatian dan terangkan bagaimana hasil elektrolisis terbentuk pada anod dan katod bagi:
  - Leburan zink oksida,  $\text{ZnO}$ .
  - Leburan magnesium klorida,  $\text{MgCl}_2$ .
- Bentangkan jawapan anda melalui aktiviti *Gallery Walk*.

### Faktor yang Mempengaruhi Hasil Elektrolisis Larutan Akueus

- Elektrolisis juga berlaku apabila arus elektrik dialirkan melalui suatu larutan akueus. Di dalam larutan akueus, selain ion daripada zat terlarut, ion hidrogen,  $\text{H}^+$  dan ion hidroksida,  $\text{OH}^-$  daripada penceraian separa air turut hadir. Bagaimanakah kita menentukan jenis ion yang akan dinyahcas pada anod dan pada katod?
- Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi pemilihan ion untuk dinyahcas pada elektrod bagi elektrolisis larutan akueus, iaitu:

Nilai  $E^0$

Kepekatan larutan

Jenis elektrod yang digunakan

Faktor pemilihan ion dinyahcas	Elektrod	Ion yang dipilih untuk dinyahcas
Nilai $E^0$	Anod	Anion dengan nilai $E^0$ yang lebih negatif atau kurang positif dalam siri keupayaan elektrod piawai akan lebih mudah dinyahcas dan dioksidakan.
	Katod	Kation dengan nilai $E^0$ yang lebih positif atau kurang negatif dalam siri keupayaan elektrod piawai akan lebih mudah dinyahcas dan diturunkan.
Kepekatan larutan	Anod	(i) Faktor ini hanya dipertimbangkan untuk pemilihan ion pada anod sekiranya larutan akueus mengandungi ion halida. (ii) Ion halida yang mempunyai kepekatan yang lebih tinggi di dalam elektrolit akan dinyahcas pada anod walaupun nilai $E^0$ ion halida lebih positif.
	Katod	Kation dengan nilai $E^0$ yang lebih positif atau kurang negatif dalam siri keupayaan elektrod piawai akan lebih mudah dinyahcas dan diturunkan.
Jenis elektrod	Anod	(i) Faktor ini hanya dipertimbangkan untuk elektrod aktif (contohnya kuprum atau argentum). (ii) Tiada anion yang dinyahcas. (iii) Atom logam pada anod membebaskan elektron bagi membentuk ion logam.
	Katod	Kation dengan nilai $E^0$ yang lebih positif atau kurang negatif dalam siri keupayaan elektrod piawai akan lebih mudah dinyahcas dan diturunkan.

## Faktor-faktor yang Mempengaruhi Elektrolisis Larutan Aqueus

### Elektrolisis Larutan Aqueus dengan Menggunakan Elektrod Karbon

#### Aktiviti Makmal *IF*

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

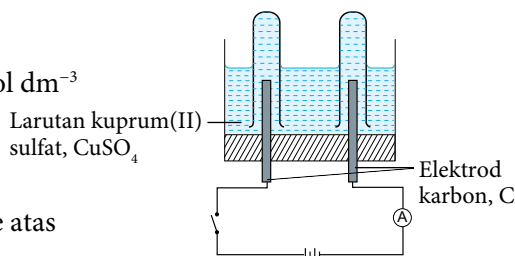
**Tujuan:** Mengkaji elektrolisis larutan akueus kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  dan asid sulfurik,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  cair dengan menggunakan elektrod karbon.

**Bahan :** Larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$   $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  dan asid sulfurik,  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$ .

**Radas :** Sel elektrolisis, bateri, elektrod karbon, wayar penyambung dengan klip buaya, suis, ammeter, tabung uji dan kayu uji.

#### Prosedur:

1. Tuangkan larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$   $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  ke dalam sel elektrolisis sehingga setengah penuh.
2. Isikan dua tabung uji dengan larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$   $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  sehingga penuh dan telangkupkan tabung uji itu ke atas elektrod karbon dalam sel elektrolisis.
3. Sambungkan elektrod karbon kepada suis, ammeter dan bateri dengan wayar penyambung untuk melengkapkan litar seperti pada Rajah 1.27.
4. Hidupkan suis selama beberapa minit.
5. Perhatikan dan rekodkan perubahan yang berlaku pada anod dan katod.
6. Lakukan ujian pengesahan pada gas yang dikumpulkan:
  - (a) Masukkan kayu uji berbara ke dalam tabung uji pada anod.
  - (b) Letak kayu uji bernyala ke dalam tabung uji pada katod.
7. Ulangi langkah 1 hingga 6 dengan menggunakan asid sulfurik,  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$ .
8. Rekodkan pemerhatian.



Rajah 1.27

#### Keputusan:

Rekodkan semua pemerhatian dalam jadual di bawah.

Larutan	Elektrod	Pemerhatian	Inferens
Kuprum(II) sulfat, $\text{CuSO}_4$	Anod		
	Katod		
Asid sulfurik, $\text{H}_2\text{SO}_4$	Anod		
	Katod		

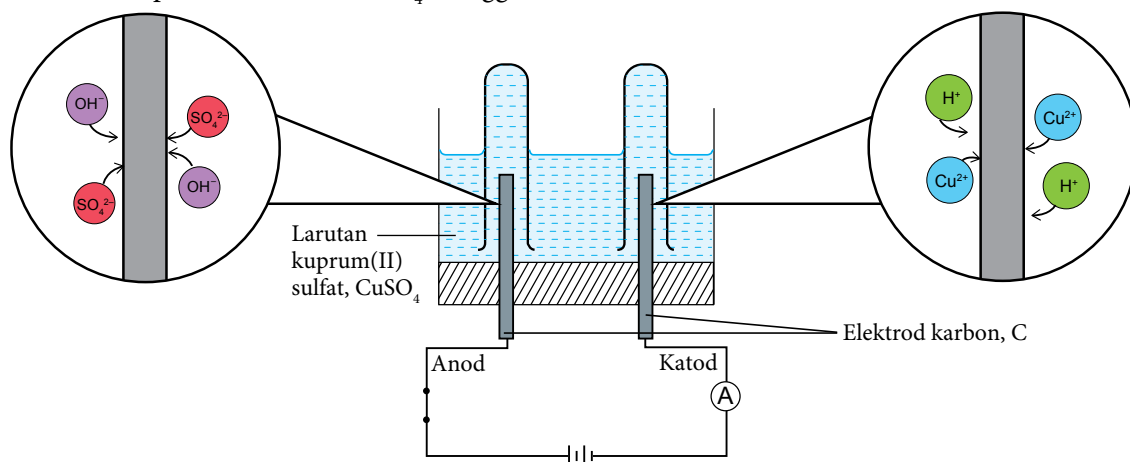
#### Perbincangan:

1. Nyatakan ion-ion yang hadir dalam larutan akueus:
  - (a) Larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$ .
  - (b) Asid sulfurik,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
2. Bagi larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  dan asid sulfurik,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :
  - (a) Namakan ion yang bergerak ke katod dan anod semasa elektrolisis.
  - (b) Kenal pasti ion yang dinyahcas pada katod dan anod. Berikan sebab kepada jawapan anda.
  - (c) Namakan hasil yang terbentuk pada katod dan anod.
  - (d) Tuliskan setengah persamaan yang berlaku pada katod dan anod.
  - (e) Terangkan bagaimana hasil pada katod dan anod terbentuk.
  - (f) Tuliskan persamaan ion keseluruhan yang mewakili elektrolisis.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

- Rajah 1.28 menunjukkan anion bergerak ke anod dan kation bergerak ke katod semasa elektrolisis larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  menggunakan elektrod karbon.



**Rajah 1.28** Ion hidroksida,  $\text{OH}^-$  dan ion sulfat,  $\text{SO}_4^{2-}$  bergerak ke anod, manakala ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$  dan ion hidrogen,  $\text{H}^+$  bergerak ke katod

- Jadual 1.10 menunjukkan pemerhatian dan inferens selepas elektrolisis larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  dijalankan selama beberapa minit.

**Jadual 1.10**

Pemerhatian	Inferens
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gelembung gas tidak berwarna dibebaskan pada anod.</li> <li>Pepejal perang teranap pada katod.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gas oksigen, <math>\text{O}_2</math> terhasil.</li> <li>Logam kuprum, <math>\text{Cu}</math> terbentuk.</li> </ul>

- Nilai keupayaan elektrod piawai,  $E^0$  suatu anion dan kation akan menentukan tindak balas yang berlaku di elektrod.

### Anod

Keupayaan elektrod piawai sel setengah	$E^0$ (V)
$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$	+0.40
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-}$	+2.01

- Nilai  $E^0$  bagi ion  $\text{OH}^-$  kurang positif berbanding dengan  $E^0$  bagi ion  $\text{SO}_4^{2-}$ . Oleh itu ion  $\text{OH}^-$  akan dinyahcas dan dioksidakan pada anod.

### Katod

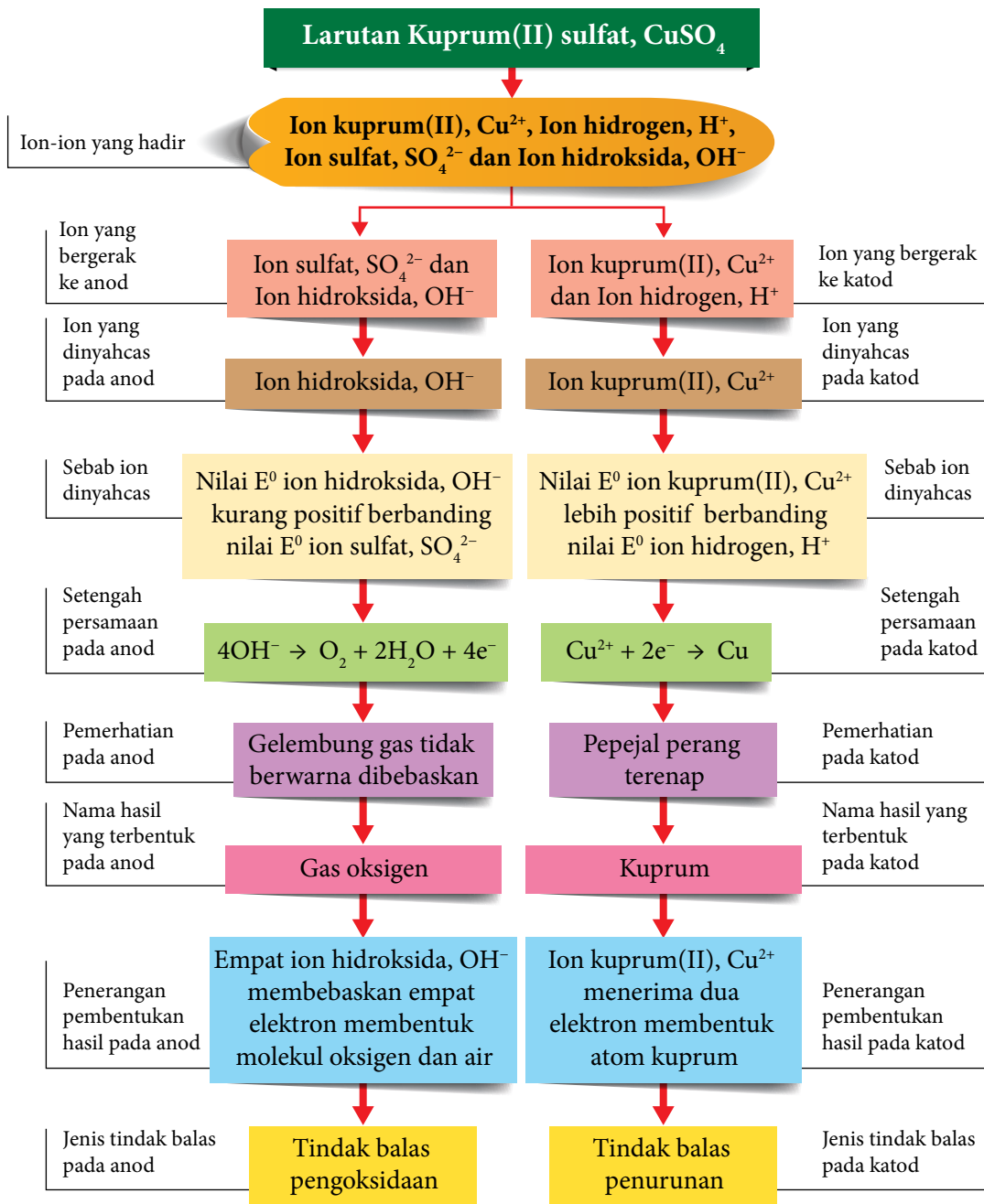
Keupayaan elektrod piawai sel setengah	$E^0$ (V)
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2$	0.00
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	+0.34

- Nilai  $E^0$  bagi ion  $\text{Cu}^{2+}$  lebih positif berbanding dengan  $E^0$  bagi ion  $\text{H}^+$ . Oleh itu ion  $\text{Cu}^{2+}$  akan dinyahcas dan diturunkan pada katod.

- Bagaimanakah kita menggunakan nilai keupayaan elektrod piawai,  $E^0$  untuk menentukan hasil pada anod dan katod?







Rajah 1.29 Carta alir elektrolisis larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$

- Dalam elektrolisis larutan akueus kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$ ,
  - (i) ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$  dipilih untuk dinyahcas pada katod kerana nilai  $E^0$  ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$  lebih positif berbanding  $E^0$  ion hidrogen,  $\text{H}^+$ .
  - (ii) ion hidroksida,  $\text{OH}^-$  dipilih untuk dinyahcas pada anod kerana nilai  $E^0$  ion hidroksida,  $\text{OH}^-$  kurang positif berbanding  $E^0$  ion sulfat,  $\text{SO}_4^{2-}$ .
- Terangkan pembentukan hasil pada katod dan anod bagi elektrolisis asid sulfurik,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  berdasarkan keputusan eksperimen Aktiviti Makmal 1F dengan menggunakan carta alir seperti pada Rajah 1.29.

- Adakah pemilihan ion untuk dinyahcas di dalam elektrolisis asid hidroklorik, HCl cair bergantung pada nilai  $E^0$ ? Adakah jenis elektrod yang mempengaruhi hasil elektrolisis?

## Eksperimen 1B

### Kesan Kepekatan Ion dalam Larutan Terhadap Pemilihan Ion untuk Dinyahcas

PAK21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

**Tujuan:** Mengkaji kesan kepekatan ion di dalam asid hidroklorik, HCl terhadap pemilihan ion untuk dinyahcas pada elektrod.

**Penyataan masalah:** Adakah kepekatan asid hidroklorik, HCl mempengaruhi pemilihan ion untuk dinyahcas pada anod?

**Hipotesis:** Apabila asid hidroklorik, HCl  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  digunakan, ion klorida,  $\text{Cl}^-$  dinyahcas pada anod, manakala apabila asid hidroklorik, HCl  $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$  digunakan, ion hidroksida,  $\text{OH}^-$  dinyahcas pada anod.

**Pemboleh ubah:**

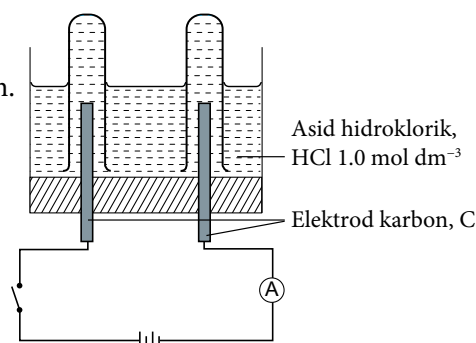
- (a) Pemboleh ubah dimanipulasikan : Kepekatan asid hidroklorik, HCl.
- (b) Pemboleh ubah bergerak balas : Ion yang dinyahcas pada anod.
- (c) Pemboleh ubah dimalarkan : Asid hidroklorik, HCl, elektrod karbon.

**Bahan:** Asid hidroklorik, HCl  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  dan asid hidroklorik, HCl  $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$ .

**Radas:** Sel elektrolisis, bateri, elektrod karbon, wayar penyambung dengan klip buaya, suis, ammeter, tabung uji, kayu uji dan kertas litmus biru.

**Prosedur:**

1. Tuangkan larutan asid hidroklorik, HCl  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  ke dalam sel elektrolisis sehingga setengah penuh.
2. Isikan dua tabung uji dengan asid hidroklorik, HCl  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  sehingga penuh dan telangkupkan tabung uji itu ke atas elektrod karbon di dalam sel elektrolisis.
3. Sambungkan elektrod karbon kepada suis, ammeter dan bateri dengan wayar penyambung seperti pada Rajah 1.30.
4. Hidupkan suis untuk melengkapkan litar dan biarkan selama beberapa minit.
5. Perhatikan dan rekodkan perubahan yang berlaku pada anod dan katod.
6. Kumpulkan gas yang terhasil pada anod.
7. Lakukan ujian pengesahan pada gas yang dikumpulkan. Masukkan kertas litmus biru lembap ke dalam tabung uji pada anod.
8. Ulangi langkah 1 hingga 6 dengan menggunakan asid hidroklorik, HCl  $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$ .
9. Lakukan ujian pengesahan pada gas yang dikumpulkan. Masukkan kayu uji berbara ke dalam tabung uji pada anod.
10. Rekodkan pemerhatian anda.



Rajah 1.30

**Keputusan:**

Rekodkan semua pemerhatian dalam jadual di bawah.

Larutan	Pemerhatian pada anod
Asid hidroklorik, HCl $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$	
Asid hidroklorik, HCl $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$	

**Perbincangan:**

1. Bagi setiap asid hidroklorik,  $\text{HCl}$   $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  dan  $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$ :
  - (a) Namakan hasil yang terbentuk pada anod semasa elektrolisis. Terangkan jawapan anda.
  - (b) Tulis setengah persamaan untuk menunjukkan pembentukan hasil pada anod bagi elektrolisis.
2. Nyatakan definisi secara operasi bagi elektrolisis dalam eksperimen ini.
3. Setelah elektrolisis asid hidroklorik,  $\text{HCl}$   $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  dijalankan selama 1 jam, nyatakan pemerhatian pada anod. Terangkan.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.

## Eksperimen 1C Kesan Jenis Elektrod Terhadap Pemilihan Ion untuk Dinyahcas

**PAK 21** Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

**Tujuan:** Mengkaji kesan jenis elektrod yang digunakan terhadap pemilihan ion untuk dinyahcas pada elektrod.

**Penyataan masalah:** Adakah jenis elektrod yang digunakan mempengaruhi pemilihan ion untuk dinyahcas pada elektrod?

**Hipotesis:** Bina satu hipotesis yang menghubungkan jenis elektrod yang digunakan dengan hasil yang terbentuk pada anod.

**Pemboleh ubah:** Nyatakan semua pemboleh ubah.

**Bahan:** Larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$   $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$ .

**Radas:** Bikar, bateri, elektrod karbon, elektrod kuprum, wayar penyambung dengan klip buaya, suis, ammeter, tabung uji, kayu uji, penimbang elektronik dan kertas pasir.

**Prosedur:**

Dengan menggunakan radas dan bahan yang dibekalkan, rancangkan satu eksperimen untuk menyiasat kesan jenis elektrod yang digunakan terhadap hasil yang terbentuk.

**Keputusan:**

Rekodkan semua pemerhatian dalam jadual.

**Perbincangan:**

1. Namakan hasil yang terbentuk pada anod semasa elektrolisis larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  dengan menggunakan elektrod:
  - (a) Karbon.
  - (b) Kuprum.
2. Tulis setengah persamaan untuk menunjukkan pembentukan hasil pada anod bagi elektrolisis larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  dengan menggunakan elektrod:
  - (a) Karbon.
  - (b) Kuprum.
3. Apakah yang dapat diperhatikan pada warna larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  apabila elektrolisis menggunakan elektrod?
  - (a) Karbon.
  - (b) Kuprum.

Terangkan jawapan anda.



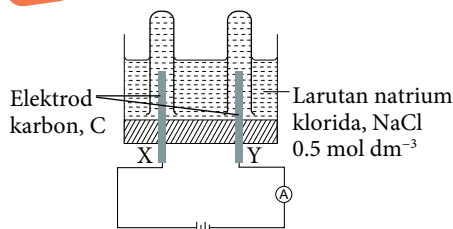
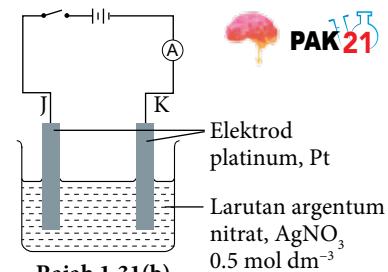
Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.



## AKTIVITI

**1J**

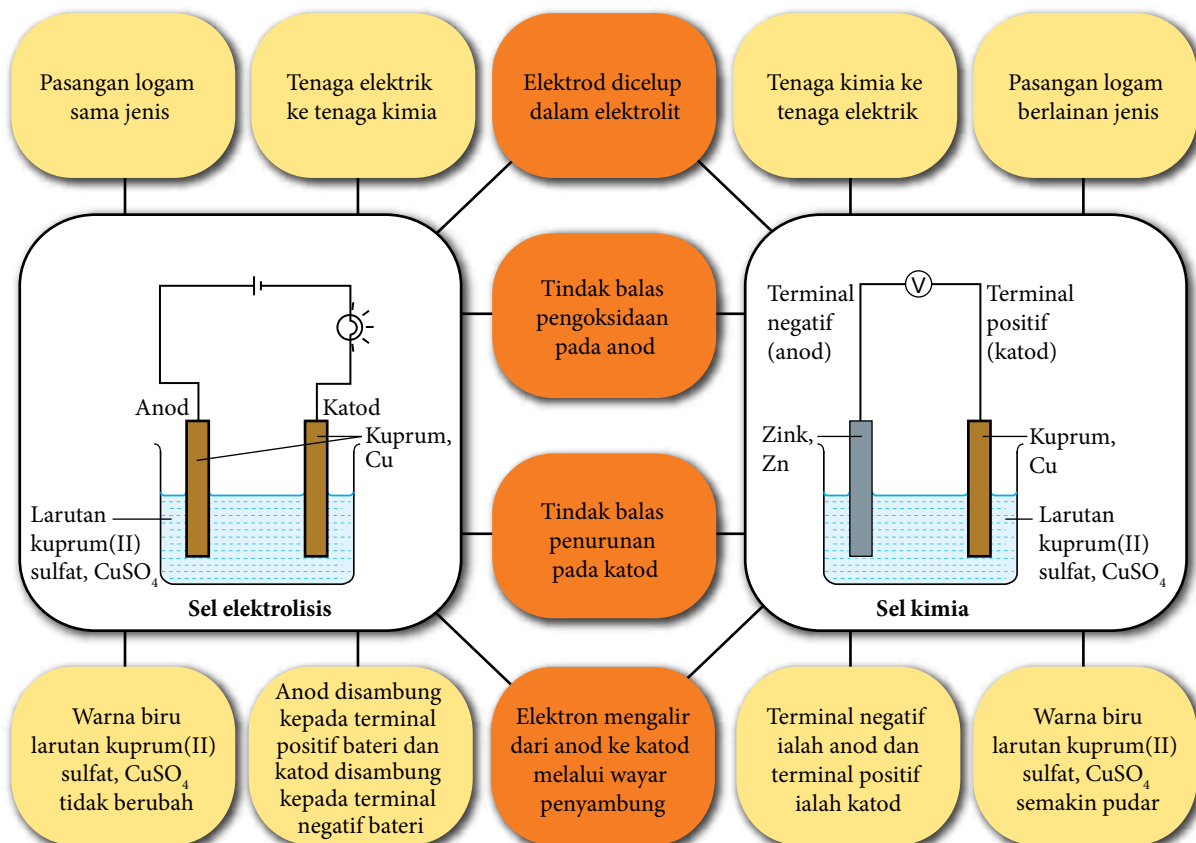
Jalankan aktiviti secara berkumpulan.


**Rajah 1.31(a)**

**Rajah 1.31(b)**

1. Kaji dengan teliti sel elektrolisis dalam Rajah 1.31(a) dan 1.31(b).
2. Berdasarkan Rajah 1.31(a) dan 1.31(b), bincangkan:
  - (a) Hasil yang terbentuk pada setiap elektrod.
  - (b) Setengah persamaan bagi setiap elektrod.
  - (c) Perubahan pada hasil yang terbentuk sekiranya kepekatan elektrolit kedua-dua sel elektrolisis diubah kepada  $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$ .
3. Bentangkan dapatan anda kepada kelas dengan menggunakan peta *i-Think* yang bersesuaian.

## Membandingkan Sel Kimia dan Sel Elektrolisis

- Rajah 1.32 menunjukkan peta buih berganda untuk membandingkan sel kimia dan sel elektrolisis.


**Rajah 1.32** Perbandingan dan perbezaan sel kimia dan sel elektrolisis





## AKTIVITI

1K



Jalankan aktiviti ini secara kumpulan dan kolaboratif.

1. Berdasarkan Rajah 1.32, tuliskan setengah persamaan tindak balas pada elektrod dan terangkan perbezaan pemerhatian kedua-dua sel itu.
2. Kongsikan dapatan kumpulan anda dengan kumpulan lain melalui persembahan multimedia.

## Penyaduran dan Penulenan Logam

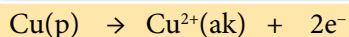


Gambar foto 1.7 Barangan yang disadur dengan emas 18K

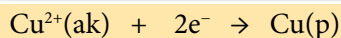
- Tahukah anda penyaduran logam dilakukan supaya rupa logam tersebut kelihatan lebih menarik dan tahan kakisan?
- Aplikasi utama elektrolisis dalam industri ialah pengekstrakan logam, penyaduran logam dan penulenan logam.
- Penulenan logam secara elektrolisis bertujuan untuk mendapatkan logam tulen daripada logam tidak tulen.

### Penyaduran Logam

- Penyaduran logam secara elektrolisis dilakukan dengan objek yang hendak disadur dijadikan katod, logam penyadur dijadikan anod dan menggunakan larutan akueus yang mengandungi ion logam penyadur.
- Misalnya, penyaduran cincin besi dengan logam kuprum, Cu. Anod kuprum mengion menjadi ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$ .



- Ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$  bergerak ke katod, dinyahcas dan terenalp lalu membentuk lapisan nipis kuprum, Cu di atas cincin besi.



- Warna biru larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  tidak berubah kerana kepekatan ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$  tidak berubah. Kadar atom kuprum, Cu mengion pada anod adalah sama dengan kadar ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$  dinyahcas pada katod. Bolehkah anda menerangkan tindak balas redoks yang berlaku dalam penyaduran logam?

### Tahukah anda?

Tahukah anda bahawa penyaduran boleh dilakukan pada bahan bukan logam?



(Sumber: Sirim, 2016)

Portal  
Kimia



Teknologi Penyaduran Logam SIRIM bagi Menghasilkan Kraf Tangan  
<https://bit.ly/kpkt5v15>

## Aktiviti Makmal *IG* Penyaduran Logam Secara Elektrolisis

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

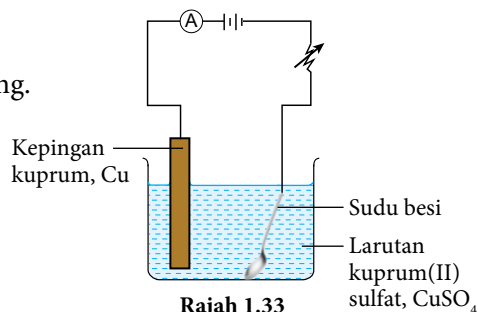
**Tujuan:** Mengkaji penyaduran sudu besi dengan kuprum.

**Bahan :** Larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$   $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$ , sudu besi, kepingan kuprum dan kertas pasir.

**Radas :** Bikar, bateri, wayar penyambung dengan klip buaya, ammeter, suis dan reostat.

### Prosedur:

1. Gosok kepingan kuprum dan sudu besi dengan kertas pasir.
2. Tuangkan larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$   $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  ke dalam bikar sehingga separuh penuh.
3. Sambungkan sudu besi kepada terminal negatif bateri dan kepingan kuprum disambung ke terminal positif bateri dengan menggunakan wayar penyambung.
4. Sudu besi dan kepingan kuprum dicelup ke dalam larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$   $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$ , seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.33.
5. Hidupkan suis dan laraskan arus elektrik kepada  $0.2 \text{ A}$  dengan menggunakan reostat.
6. Tutupkan suis selepas 30 minit.
7. Sudu besi dikeluarkan daripada elektrolit dan dikeringkan.
8. Rekodkan pemerhatian dan lengkapkan jadual pada keputusan.



### Keputusan:

Rekodkan semua pemerhatian dalam jadual di bawah.

Elektrod	Pemerhatian	Inferens	Setengah persamaan
Anod (Logam kuprum)			
Katod (Sudu besi)			

### Perbincangan:

1. Berdasarkan setengah persamaan yang anda tulis untuk tindak balas pada anod dan katod:
  - (a) Adakah proses penyaduran suatu tindak balas redoks?
  - (b) Terangkan jawapan anda di 1(a) dari segi pemindahan elektron.
2. Adakah terdapat perubahan warna pada larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$ ? Terangkan jawapan anda.
3. Penyaduran yang baik adalah apabila suatu lapisan logam yang sekata dan tahan lama dapat dihasilkan pada logam yang disadur. Cadangkan dua cara penyaduran yang baik dapat dilakukan.
4. Lukiskan gambar rajah berlabel susunan radas bagi eksperimen penyaduran cincin besi dengan logam nikel. 🧠

Portal Kimia



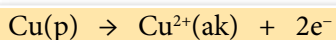
Proses Penyaduran  
<https://bit.ly/kpkt5v16>



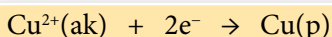
Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

## Penulenan Logam

- Logam kuprum atau juga dikenali sebagai tembaga ialah mineral dan unsur penting untuk kehidupan seharian kita. Logam kuprum ialah logam perindustrian utama kerana sifat-sifat kemuluran, kebolehtempaan, kekonduksian elektrik dan haba serta tahan terhadap kakisan.
- Logam kuprum yang digunakan dalam pendawaian elektrik mesti 99.99% tulen. Ketulenan logam kuprum yang diekstrak melalui proses peleburan bijihnya adalah dalam lingkungan 99.5%. Perbezaan ketulenan kuprum itu walaupun sedikit akan menjejaskan kekonduksian elektrik. Untuk memastikan bahawa logam kuprum itu tulen, maka penulenan logam melalui proses elektrolisis dilakukan.
- Penulenan kuprum secara elektrolisis dilakukan dengan kepingan nipis kuprum tulen dijadikan katod, kuprum tidak tulen dijadikan anod dan menggunakan larutan akueus garam kuprum seperti kuprum(II) nitrat,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  sebagai elektrolit.
- Anod kuprum tidak tulen mengion membentuk ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$ . Kuprum larut untuk menjadi ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$  dan bendasing terhimpun di bawah anod kuprum tidak tulen. Anod semakin nipis.



- Pada katod kuprum tulen, ion kuprum(II),  $\text{Cu}^{2+}$  dinyahcas membentuk atom kuprum, Cu. Pepejal kuprum dienapkan dan katod kuprum tulen semakin tebal.



Gambar foto 1.8 Industri penulenan logam kuprum



Gambar foto 1.9 Wayar penyambung kuprum

Portal Kimia



Penulenan Logam Kuprum  
<https://bit.ly/kpkt5v17>

## Aktiviti Makmal *IH* Penulenan Logam Secara Elektrolisis

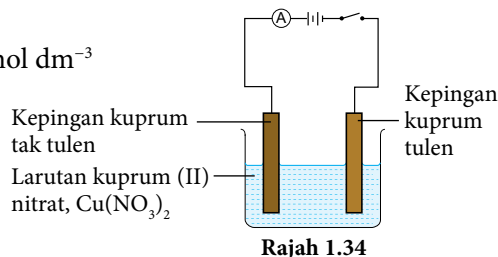
**Tujuan:** Mengkaji penulenan kuprum secara elektrolisis.

**Bahan :** Larutan kuprum(II) nitrat,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  1.0 mol  $\text{dm}^{-3}$ , kepingan kuprum tidak tulen dan kepingan kuprum tulen.

**Radas :** Bikar, bateri, wayar penyambung dengan klip buaya, ammeter dan suis.

### Prosedur:


- Tuangkan larutan kuprum(II) nitrat,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  1.0 mol  $\text{dm}^{-3}$  ke dalam bikar sehingga separuh penuh.
- Sambungkan kepingan kuprum tulen ke terminal negatif bateri dan kepingan kuprum tidak tulen ke terminal positif bateri seperti pada Rajah 1.34.
- Hidupkan suis dan biarkan arus elektrik mengalir selama 30 minit.
- Rekodkan perubahan pada anod dan katod dalam jadual di bawah.



### Keputusan:

Elektrod	Pemerhatian	Inferens	Setengah persamaan
Anod (Kuprum tidak tulen)			
Katod (Kuprum tulen)			

**Perbincangan:**

- Adakah proses penulenan logam kuprum merupakan suatu tindak balas redoks? Terangkan jawapan anda.
- Adakah berlaku perubahan warna pada larutan kuprum(II) nitrat,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ? Terangkan jawapan anda.
- Bendasing hanya terbentuk pada bahagian bawah anod dan tiada di bawah katod.  Berikan satu sebab.
- Tuliskan kesimpulan eksperimen ini.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

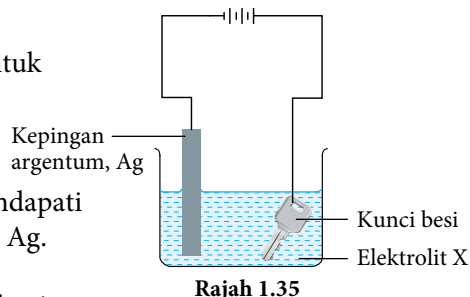

**Objektif 1.4**

- Jadual 1.11 menunjukkan elektrod, elektrolit dan pemerhatian pada anod bagi tiga sel elektrolisis.

Jadual 1.11

Sel elektrolisis	Elektrolit	Elektrod	Pemerhatian di anod
I	Larutan kuprum(II) klorida, $\text{CuCl}_2$ $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$	Karbon	Gelembung gas tidak berwarna dibebaskan
II	Larutan kuprum(II) klorida, $\text{CuCl}_2$ $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$	Karbon	Gelembung gas kuning kehijauan dibebaskan
III	Larutan kuprum(II) klorida, $\text{CuCl}_2$ $0.0001 \text{ mol dm}^{-3}$	Kuprum	Anod semakin nipis

- Namakan anion yang terdapat di dalam larutan kuprum(II) klorida,  $\text{CuCl}_2$ .
  - Nyatakan nama gas yang terhasil pada anod di dalam sel elektrolisis I dan II. Terangkan jawapan anda.
  - (i) Tuliskan setengah persamaan bagi tindak balas yang berlaku pada anod sel elektrolisis III.  
(ii) Terangkan bagaimana hasil pada anod sel elektrolisis III terbentuk.
  - Nyatakan jenis tindak balas yang berlaku pada anod.
  - Sekiranya eksperimen sel elektrolisis I diulangi dengan menggunakan leburan kuprum(II) klorida,  $\text{CuCl}_2$ , ramalkan pemerhatian pada anod.
- Salim menggunakan susunan radas pada Rajah 1.35 untuk menyadur kunci besi dengan logam argentum, Ag.
    - Apakah tujuan kunci besi ini disadur dengan argentum, Ag?
    - Selepas 30 minit eksperimen dijalankan, Salim mendapati kunci besi masih belum disadur dengan argentum, Ag.
      - Cadangkan elektrolit X yang sesuai digunakan.
      - Apakah yang patut dilakukan oleh Salim pada kepingan argentum, Ag dan kunci besi supaya kunci besi tersebut dapat disadur dengan argentum, Ag?
  - Anda dikehendaki menjalankan eksperimen menulenan logam nikel, Ni dengan menggunakan kaedah elektrolisis:
    - Lukis susunan radas berlabel yang digunakan dalam eksperimen ini.
    - Nyatakan pemerhatian pada anod dan katod.
    - Tulis setengah persamaan bagi tindak balas yang berlaku pada anod.





## 1.5

## PENGEKSTRAKAN LOGAM DARIPADA BIJIHNYA

## Pengekstrakan Logam

- Logam biasanya wujud sebagai sebatian atau bercampur dengan bahan lain seperti batu dan tanah. Sebatian yang mengandungi logam juga dikenali sebagai bijih atau mineral dan wujud sebagai logam oksida, logam sulfida atau logam karbonat. Rajah 1.36 menunjukkan logam dan bijih yang ditemui secara semula jadi.
- Logam tidak reaktif seperti emas dan perak tidak perlu diekstrak kerana wujud sebagai logam unsur. Logam reaktif seperti ferum dan aluminium memerlukan cara yang tertentu bagi pengekstrakan logam daripada bijih masing-masing.
- Cara pengekstrakan logam reaktif adalah berdasarkan kedudukan logam dalam siri kereaktifan logam. Dua cara yang biasa digunakan untuk mengekstrak logam daripada bijih masing-masing ialah:



Rajah 1.36 Logam dan bijih yang ditemui secara semula jadi

## Pengekstrakan Logam daripada Bijihnya Melalui Proses Elektrolisis

- Logam reaktif seperti aluminium, Al dapat diekstrak daripada bijihnya dengan menggunakan kaedah elektrolisis.
- Dalam pengekstrakan aluminium, Al, bijih aluminium atau bauksit ditulenkan terlebih dahulu untuk mendapatkan aluminium oksida,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang akan dileburkan bagi membolehkan elektrolisis leburan dijalankan.
- Takat lebur aluminium oksida,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang mencecah  $2000\text{ }^\circ\text{C}$  menjadikan proses peleburan menggunakan tenaga yang sangat tinggi. Bagi mengatasi masalah ini, kriolit,  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  dilebur bersama aluminium oksida,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bagi merendahkan suhu peleburan.
- Mari kita teliti Rajah 1.37 untuk memahami proses pengekstrakan aluminium, Al menggunakan elektrolisis.

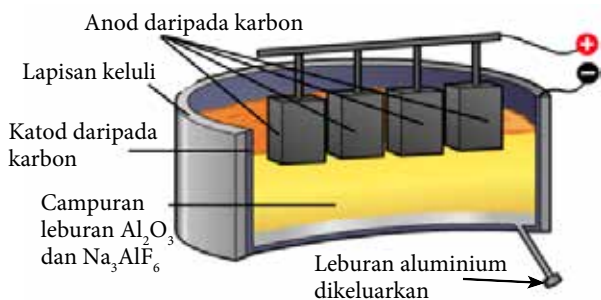
## Link Topik

Sains Tingkatan 3:  
Mineral.

Aluminium merupakan logam yang biasa ditemui di dalam kerak bumi. Namun begitu, mengitar semula aluminium 95% lebih menjimatkan berbanding proses pengekstrakan aluminium daripada bauksit.

## Tahukah anda?

Aluminium oksida juga dikenali sebagai alumina.



**Rajah 1.37** Proses pengekstrakan aluminium daripada aluminium oksida,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  menggunakan elektrolisis

**Cabaran Minda**

Gas karbon dioksida turut terbebas semasa proses pengekstrakan. Bagaimanakah gas karbon dioksida terhasil?

**Link Topik**

**Redoks:** Elektrolisis sebatian leburan di halaman 34.

- Pengekstrakan aluminium menggunakan kaedah elektrolisis merupakan tindak balas redoks. Namun, apakah yang berlaku sewaktu proses pengekstrakan?

Elektrod	Anod	Katod
<b>Tindak balas yang terlibat</b>	Ion oksida, $\text{O}^{2-}$ mendermakan elektron dan mengalami tindak balas pengoksidaan untuk membentuk molekul oksigen, $\text{O}_2$ .	Ion aluminium, $\text{Al}^{3+}$ diturunkan kepada atom aluminium, Al dengan menerima elektron dan membentuk leburan aluminium.
<b>Setengah persamaan</b>	$2\text{O}^{2-}(\text{ce}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{e}^-$	$\text{Al}^{3+}(\text{ce}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}(\text{ce})$

- Leburan aluminium akan tenggelam di lapisan bawah kerana lebih tumpat dan dialirkan keluar melalui satu saluran khas.
- Keseluruhan proses pengekstrakan aluminium menggunakan tenaga elektrik yang sangat tinggi. Gas karbon dioksida,  $\text{CO}_2$  turut dihasilkan semasa proses elektrolisis leburan aluminium oksida,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang dapat memberikan kesan negatif kepada alam sekitar.
- Selain itu, proses penulenan bauksit turut menghasilkan sisa bauksit dalam bentuk enapcemar merah yang bersifat toksik.
- Sebagai pengguna, kita perlu mengitar semula aluminium bagi mengurangkan kesan pencemaran terhadap alam sekitar. Apakah peranan yang dapat anda lakukan sebagai seorang pelajar dalam isu ini?



**Gambar foto 1.10** Pencemaran enapcemar merah toksik daripada sisa bauksit akibat kebocoran kolam takungan di Hungary pada tahun 2010

(Sumber: *theguardian.com*, 2014)

**Nilai Murni**

Memelihara dan memulihara alam sekitar.



**AKTIVITI**

**1L**

**Perbincangan**

Jalankan aktiviti secara berkumpulan.

1. Imbas kod QR untuk menonton video tentang pengekstrakan aluminium menggunakan elektrolisis.
2. Berdasarkan maklumat dalam video, bincangkan:
  - (a) Persamaan ion bagi tindak balas yang berlaku.
  - (b) Persamaan kimia keseluruhan bagi tindak balas yang terlibat.
  - (c) Adakah pengekstrakan aluminium merupakan satu tindak balas redoks?

Catatan perbincangan anda dalam buku nota anda.

Portal Kimia



PAK21



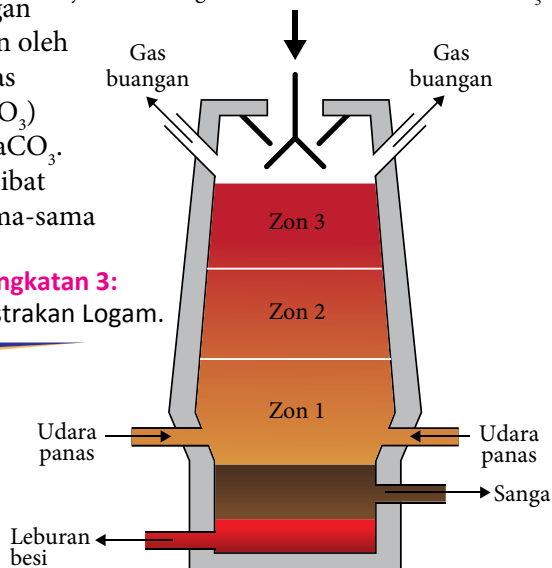
**Pengekstrakan Logam Aluminium**

<https://bit.ly/kpkt5v18>

## Pengekstrakan Logam daripada Bijihnya Melalui Proses Penurunan oleh Karbon

- Logam besi yang kurang reaktif berbanding dengan karbon dapat diekstrak melalui proses penurunan oleh karbon. Proses ini dijalankan di dalam relau bagas dengan memanaskan bijih besi atau hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) bersama dengan arang kok, C dan batu kapur,  $\text{CaCO}_3$ .
- Terdapat beberapa tindak balas penting yang terlibat dalam proses pengekstrakan ini. Mari kita bersama-sama teliti Rajah 1.38.

Bijih besi, arang kok dan kalsium karbonat,  $\text{CaCO}_3$



Rajah 1.38 Relau bagas

Link Topik

Sains Tingkatan 3:  
Pengekstrakan Logam.

Tahukah anda?

Selain hematit, bijih besi juga boleh terdiri daripada magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), pirit besi ( $\text{FeS}_2$ ) dan siderit ( $\text{FeCO}_3$ ).

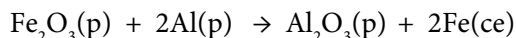
Cabaran Minda

Dapatkan anda menamakan satu gas buangan yang terhasil daripada proses ini?

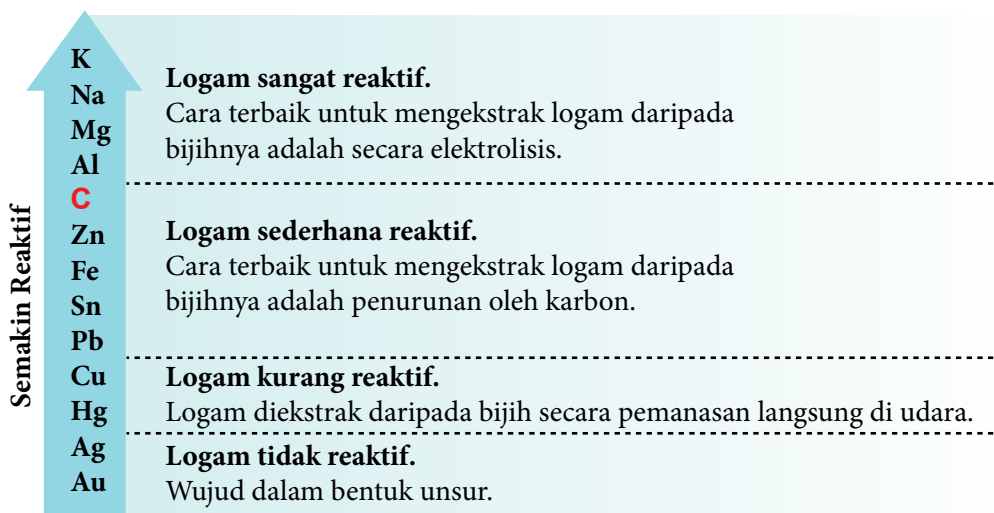
Tindak balas	Penerangan
<p><b>Zon 1</b> Arang kok, C bertindak balas dengan oksigen, <math>\text{O}_2</math> daripada udara panas untuk menghasilkan karbon dioksida, <math>\text{CO}_2</math>.</p> $\text{C(p)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$	<p>Tindak balas ini ialah tindak balas redoks dan merupakan tindak balas eksotermik yang menjadikan suhu relau bagas mencecah <math>1600^\circ\text{C}</math>.</p>
<p><b>Zon 2</b> Karbon dioksida, <math>\text{CO}_2</math> yang terhasil bertindak balas dengan arang kok yang masih berbaki.</p> $\text{C(p)} + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{g})$	<p>Karbon monoksida, CO merupakan agen penurunan untuk tindak balas berikutnya.</p> <p>Tindak balas ini merupakan tindak balas endotermik dan menurunkan suhu pada Zon 2.</p>
<p><b>Zon 3</b> Arang kok, C dan karbon monoksida, CO berfungsi sebagai agen penurunan dan menurunkan ferum(III) oksida, <math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math> atau bijih besi kepada leburan besi.</p> $2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{p}) + 3\text{C}(\text{p}) \rightarrow 4\text{Fe}(\text{ce}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ $2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{p}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{ce}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$	<p>Ferum(III) oksida, <math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math> diturunkan oleh karbon monoksida, CO. Enapan besi terbentuk di dasar relau bagas.</p>
<p>Pada suhu yang tinggi, kalsium karbonat, <math>\text{CaCO}_3</math> terurai untuk membentuk kalsium oksida, CaO (kapur tohor) dan karbon dioksida, <math>\text{CO}_2</math>.</p> $\text{CaCO}_3(\text{p}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ <p>Bendasing dalam bijih besi seperti silikon(IV) oksida, <math>\text{SiO}_2</math> bertindak balas dengan kalsium oksida, CaO untuk membentuk sanga atau kalsium silikat, <math>\text{CaSiO}_3</math>.</p> $\text{CaO}(\text{p}) + \text{SiO}_2(\text{p}) \rightarrow \text{CaSiO}_3(\text{ce})$	<p>Kalsium oksida, CaO bersifat bes dan dapat meneutralkan silikon(IV) oksida, <math>\text{SiO}_2</math> yang bersifat asid.</p> <p>Tindak balas ini penting untuk mengasingkan bendasing daripada leburan besi. Perbezaan ketumpatan menyebabkan sanga berada di lapisan atas leburan besi dan memudahkan proses pengasingan.</p>

## Pengekstrakan Menggunakan Logam yang Lebih Reaktif

- Logam yang lebih reaktif mampu untuk mengekstrak logam yang kurang reaktif daripada logam oksidanya apabila dipanaskan bersama-sama. Tindak balas ini membebaskan haba yang tinggi sehingga mampu menghasilkan logam dalam bentuk leburan.
- Sebagai contohnya dalam tindak balas termit, serbuk aluminium, Al dipanaskan bersama-sama dengan serbuk ferum(III) oksida,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Aluminium, Al yang lebih reaktif menurunkan ferum(III) oksida,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  untuk menghasilkan leburan besi. Tindak balas ini sangat berguna untuk menghasilkan leburan besi dalam kuantiti yang kecil bagi mengimpal landasan kereta api.
- Persamaan tindak balas termit ini adalah seperti yang berikut:



- Beberapa logam seperti kromium, Cr dan titanium, Ti turut dapat diekstrak daripada oksida logam masing-masing menggunakan penurunan oleh logam yang lebih reaktif.
- Kaedah pengekstrakan logam adalah berbeza bergantung kepada kereaktifan logam yang hendak diekstrak. Rajah 1.39 menunjukkan siri kereaktifan logam dapat membantu kita dalam menentukan cara terbaik untuk mengekstrak logam daripada bijihnya.



Rajah 1.39 Siri kereaktifan logam



- Namakan logam yang wujud sebagai unsur.
- Terangkan sebab aluminium tidak dapat diekstrak dengan menggunakan tindak balas penurunan oleh karbon.
- Besi diekstrak dengan menggunakan relau bagas:
  - Tuliskan persamaan kimia bagi tindak balas redoks yang menghasilkan leburan besi.
  - Apakah fungsi kalsium karbonat dalam proses pengekstrakan besi?
- Namakan logam yang dapat digunakan untuk mengekstrak kuprum daripada kuprum(II) oksida. Terangkan jawapan anda.

# 1.6 PENGARATAN



Gambar foto 1.11 Kapal yang berkarat

## Standard Pembelajaran

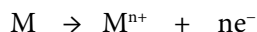
Murid boleh:

- 1.6.1 Menghuraikan proses kakisan logam sebagai tindak balas redoks melalui aktiviti.
- 1.6.2 Mengeksperimen pencegahan pengaratan besi.

- Pengaratan besi ialah proses kimia yang berlaku apabila besi yang terdedah kepada oksigen dan air mengalami tindak balas redoks.

- Pengaratan besi ialah kakisan logam yang berlaku pada besi. Apabila logam besi mengalami pengaratan, lapisan oksida besi yang berwarna perang terbentuk pada permukaan besi; bersifat mudah retak dan telap. Oleh itu pengaratan berlaku secara berterusan dan merosakkan struktur besi.
- Selain pengaratan besi, kakisan juga dapat berlaku pada logam lain. Sebagai contohnya pada barangan yang dibuat daripada perak (argentum) dan gangsa yang merupakan aloi kuprum.
- Apakah yang dimaksudkan dengan kakisan logam?

Kakisan logam ialah tindak balas redoks, iaitu logam dioksidakan secara spontan apabila atom logam membebaskan elektron membentuk ion logam.



- Secara umumnya, semakin elektropositif suatu logam, semakin mudah logam terkakis. Sebagai contohnya, kakisan logam besi lebih cepat daripada logam kuprum.

## Eksperimen 1D

### Kakisan Logam yang Berlaku pada Kuprum dan Besi

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

**Tujuan:** Mengkaji kakisan logam yang berlaku pada kuprum dan besi.

**Penyataan masalah:** Adakah kakisan logam dapat berlaku pada kuprum dan besi?

**Hipotesis:** Logam kuprum terkakis menghasilkan mendakan biru dan logam besi yang terkakis menghasilkan mendakan perang.

**Pemboleh ubah:**

- (a) Pemboleh ubah dimanipulasikan : Logam kuprum dan besi.
- (b) Pemboleh ubah bergerak balas : Kehadiran mendakan biru dan perang.
- (c) Pemboleh ubah dimalarkan : Larutan garam.

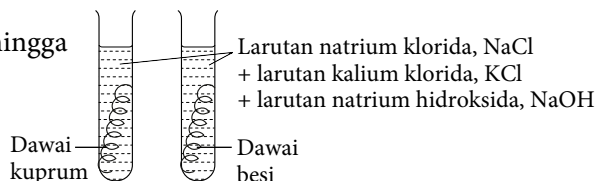
**Bahan:** 20 cm dawai kuprum, 20 cm dawai besi, larutan natrium klorida, NaCl 0.5 mol dm<sup>-3</sup>, larutan kalium klorida, KCl 0.05 mol dm<sup>-3</sup> dan larutan natrium hidroksida, NaOH 0.5 mol dm<sup>-3</sup>.

**Radas:** Tabung uji, rak tabung uji, kertas pasir, bikar, tungku kaki tiga, kasa dawai dan penunu Bunsen.



**Prosedur:**

1. Gosok dawai kuprum dan dawai besi dengan menggunakan kertas pasir.
2. Gulung dawai kuprum dan dawai besi sebelum dimasukkan ke dalam dua tabung uji berasingan.
3. Tambah  $12 \text{ cm}^3$  larutan natrium klorida,  $\text{NaCl}$   $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$ ,  $6 \text{ cm}^3$  larutan kalium klorida,  $\text{KCl}$   $0.05 \text{ mol dm}^{-3}$  dan  $2 \text{ cm}^3$  larutan natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$   $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$  ke dalam sebuah bikar. Panaskan campuran.
4. Tuang campuran ini ke dalam tabung uji sehingga menutupi logam seperti pada Rajah 1.40.
5. Letakkan kedua-dua tabung uji di atas rak tabung uji dan biarkan selama tiga hari.
6. Rekodkan semua pemerhatian.



Rajah 1.40

**Keputusan:**

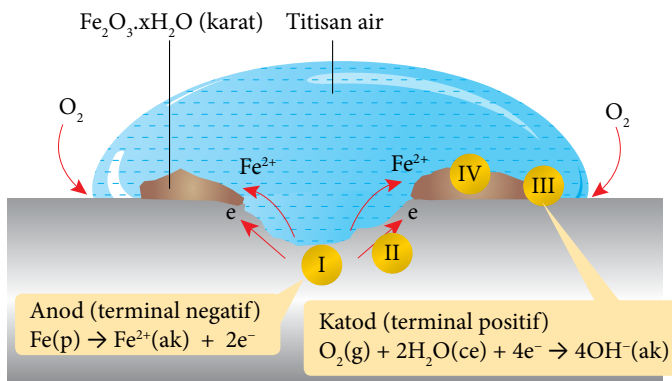
Rekodkan pemerhatian dan inferens anda dalam jadual yang bersesuaian.

**Perbincangan:**

1. Apakah tujuan larutan natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$  digunakan dalam eksperimen ini?
2. Berdasarkan pemerhatian dalam eksperimen ini, tuliskan setengah persamaan bagi tindak balas yang berlaku.
3. Apakah kesimpulan bagi eksperimen ini?



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.

**Pengaratn Besi Sebagai Tindak Balas Redoks**

Rajah 1.41 Mekanisme pengaratn besi

- Pengaratn besi berlaku apabila besi terkakis akibat kehadiran air dan oksigen.
- Pengaratn besi ialah tindak balas redoks apabila oksigen bertindak sebagai agen pengoksidaan, sementara besi bertindak sebagai agen penurunan.
- Rajah 1.41 menunjukkan mekanisme pengaratn besi.
- Berdasarkan Rajah 1.41, apabila besi bersentuhan dengan air dan terdedah kepada oksigen, sel kimia ringkas terbentuk.

- I. Permukaan besi di bahagian tengah titisan air berkepekatan oksigen yang lebih rendah menjadi anod (terminal negatif). Atom ferum,  $\text{Fe}$  melepaskan elektron dan mengalami pengoksidaan untuk membentuk ion ferum(II),  $\text{Fe}^{2+}$

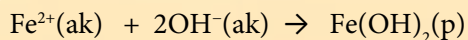
Setengah persamaan pengoksidaan pada anod:  $\text{Fe(p)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{ak}) + 2\text{e}^-$

- II. Elektron mengalir melalui besi kepada hujung titisan air, iaitu kepekatan oksigen di situ adalah lebih tinggi. Permukaan besi di bahagian ini menjadi katod (terminal positif), apabila penurunan berlaku.

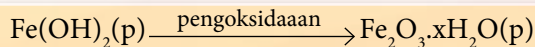
- III. Oksigen,  $\text{O}_2$  yang larut di dalam air menerima elektron dan mengalami penurunan untuk membentuk ion hidroksida,  $\text{OH}^-$ .

Setengah persamaan penurunan pada katod:  $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ce}) + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-(\text{ak})$

IV. Ion ferum(II),  $\text{Fe}^{2+}$  yang dihasilkan bertindak balas dengan ion hidroksida,  $\text{OH}^-$  untuk membentuk ferum(II) hidroksida,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ .



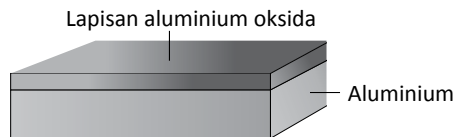
Ion ferum(II),  $\text{Fe}^{2+}$  berwarna hijau tetapi karat berwarna perang kerana ferum(II) hidroksida,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  mengalami pengoksidaan yang berterusan oleh oksigen untuk membentuk ferum(III) oksida terhidrat,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  (karat).  $x$  ialah integer yang mempunyai nilai yang pelbagai.



- Ferum(III) oksida,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  atau karat adalah rapuh, telap dan tidak melekat dengan kuat. Oleh itu, air dan oksigen dapat meresap pada logam besi yang berada di bawahnya. Besi akan mengalami pengurangan yang berterusan.
- Pengurangan besi berlaku lebih cepat dengan kehadiran asid atau garam kerana apabila bahan-bahan ini melarut di dalam air, larutan menjadi elektrolit yang lebih baik. Elektrolit akan meningkatkan kekonduksian arus elektrik bagi air.
- Besi dalam bentuk keluli digunakan dengan meluas dalam bahan binaan. Contohnya besi digunakan untuk membuat kenderaan, bangunan, jambatan dan landasan kereta api. Bagaimanapun pengurangan akan menyebabkan struktur besi semakin lemah.
- Peruntukan kewangan yang tinggi setiap tahun diperlukan untuk mengatasi masalah pengurangan besi.
- Apakah langkah-langkah yang perlu diambil untuk mencegah pengurangan besi?



- Lapisan aluminium oksida bersifat keras, kuat dan tidak telap dapat melindungi logam aluminium dibawahnya untuk tidak terus terkakis.
- Logam lain yang mempunyai sifat yang sama ialah zink, plumbum, nikel dan kromium.



## Eksperimen 1E

### Kesan Logam Lain ke atas Pengurangan

**Tujuan:** Mengkaji kesan logam yang bersentuh dengan besi ke atas pengurangan besi.

**Penyataan masalah:** Bagaimanakah logam yang berbeza yang bersentuh dengan besi mempengaruhi pengurangan besi?

**Hipotesis:** Apabila logam yang lebih elektropositif bersentuh dengan paku besi, paku besi tidak berkarat. Apabila logam yang kurang elektropositif bersentuh dengan paku besi, paku besi berkarat.

**Pemboleh ubah:**

- Pemboleh ubah dimanipulasikan : Logam yang berbeza dililit pada paku besi.
- Pemboleh ubah bergerak balas : Pengurangan besi.
- Pemboleh ubah dimalarkan : Paku besi.

**Bahan:** Larutan agar-agar, fenolftalein, larutan kalium heksasianoferat(III),  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ , paku besi, pita magnesium, Mg, jalur stanum, Sn, jalur zink, Zn dan jalur kuprum, Cu.

**Radas:** Tabung uji, rak tabung uji dan kertas pasir

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

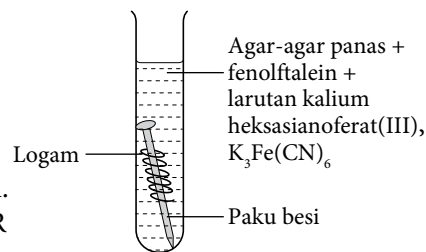
**AWAS**

Larutan kalium heksasianoferat(III) adalah beracun.



**Prosedur:**

1. Labelkan lima tabung uji P, Q, R, S dan T.
2. Gosok lima paku besi, pita magnesium, jalur stanum, jalur zink dan jalur kuprum dengan kertas pasir.
3. Lilit empat paku besi masing-masing dengan pita magnesium, jalur stanum, jalur zink dan jalur kuprum.
4. Masukkan setiap pasang logam ke dalam tabung uji P, Q, R dan S seperti Rajah 1.42. Paku besi yang tidak dililit dengan sebarang logam dimasukkan ke dalam tabung uji T.
5. Tuangkan campuran agar-agar panas, larutan kalium heksasianoferat(III),  $K_3Fe(CN)_6$  dan fenolftalein ke dalam setiap tabung uji sehingga paku besi ditenggelamkan sepenuhnya.
6. Letakkan semua tabung uji ke dalam rak tabung uji dan biarkan selama sehari.
7. Rekodkan pemerhatian.



Rajah 1.42

**Keputusan:**

Bina jadual untuk merekodkan pemerhatian anda.

**Perbincangan:**

1. Apakah fungsi larutan kalium heksasianoferat(III),  $K_3Fe(CN)_6$  dan fenolftalein dalam eksperimen ini?
2. Terangkan sebab agar-agar digunakan dalam eksperimen ini, bukannya air.
3. Nyatakan hubungan antara keamatan warna biru dengan kadar pengaratan berlaku.
4. Nyatakan fungsi tabung uji T.
5. Berdasarkan keputusan eksperimen ini, kelaskan logam yang dapat mencegah pengaratan besi dan logam yang dapat mempercepat pengaratan besi.
6. Apakah hubungan antara keelektropositifan suatu logam bersentuhan dengan besi ke atas pengaratan besi?
7. Adakah hipotesis diterima? Tuliskan kesimpulan bagi eksperimen ini.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.

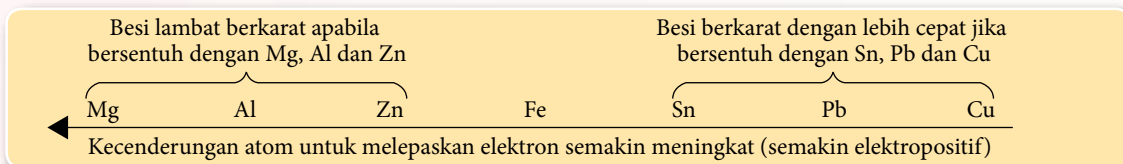
- Apabila besi bersentuhan dengan logam yang lebih elektropositif seperti zink, Zn maka pengaratan besi perlahan. Atom zink, Zn melepaskan elektron dengan lebih mudah berbanding ferum, Fe. Oleh itu, zink, Zn terkakis dan mengalami pengoksidaan.



- Elektron yang dibebaskan mengalir melalui besi ke permukaan logam yang terdapat air dan oksigen.
- Apabila besi bersentuhan dengan logam yang kurang elektropositif seperti plumbum, pengaratan besi menjadi lebih cepat. Atom ferum, Fe kehilangan elektron lalu membentuk ion ferum(II),  $Fe^{2+}$ . Oleh itu, besi berkarat dan dioksidakan.



- Kesan logam lain ke atas pengaratan besi adalah seperti yang berikut:



**Link Topik**

**Redoks:**

Siri Elektrokimia di halaman 17.

## Cara Pencegahan Pengaratan Besi

### A Penggunaan Permukaan Perlindungan

Kaedah ini menghalang besi daripada bersentuh dengan air dan oksigen.

#### Cat, gris dan lapisan plastik

- Cat untuk pagar, kereta dan jambatan.
- Minyak atau gris pada enjin kereta.
- Lapisan plastik pada dawai pagar.



Dawai pagar disalut dengan plastik



Tin makanan yang disadur dengan timah



Atap besi galvani

#### Menggunakan logam lain

- Penggalvanian
  - Besi atau keluli disadur dengan zink yang nipis.
  - Zink membentuk lapisan zink oksida yang bersifat keras, kuat, tidak telap dan melindungi logam besi.
- Penyaduran timah (stanum)
  - Kepingan keluli disadur dengan stanum yang sangat nipis.
  - Stanum membentuk lapisan perlindungan oksida.
- Penyaduran kromium
  - Digunakan pada bumper kereta, basikal dan barang-barang hiasan.

**Cabaran Minda**

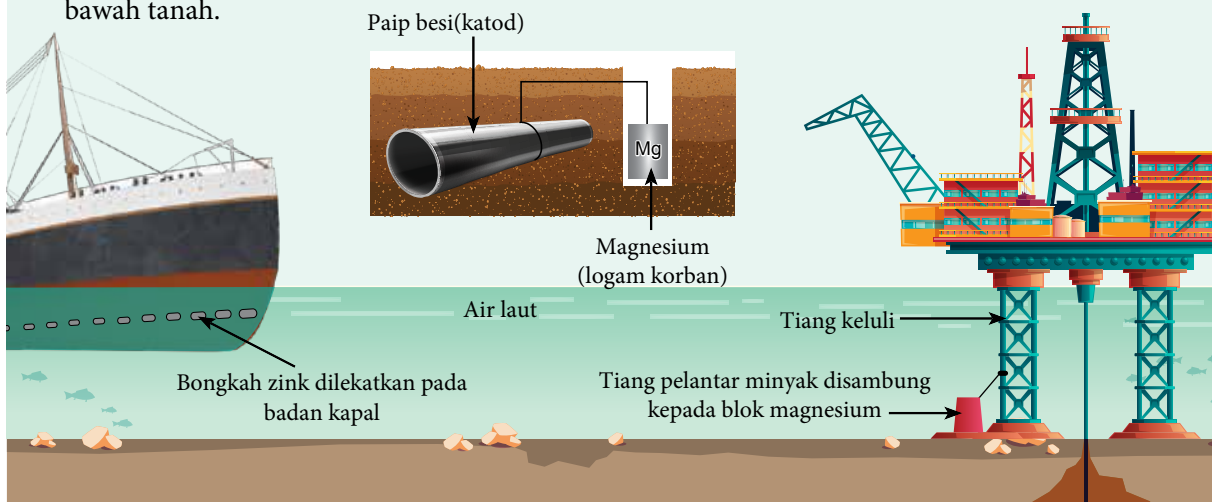
Ali tidak akan membeli makanan dalam tin yang kemik. Jelaskan mengapa.



### B Perlindungan Logam Korban

Besi disambung pada logam yang lebih elektropositif seperti magnesium dan zink.

- Apabila besi disambung pada logam yang lebih elektropositif, logam yang lebih elektropositif terkakis maka pengaratan besi dapat dicegah. Logam yang lebih elektropositif menjadi logam korban.
- Logam korban ini perlu diganti dari semasa ke semasa.
- Logam korban digunakan untuk perlindungan kakisan tiang jambatan, badan kapal dan paip bawah tanah.



### C Pengaloiian

Dalam keluli nirkarat, besi dialoikan dengan karbon, kromium dan nikel.



Set kutleri daripada keluli nirkarat

- Kromium dan nikel membentuk lapisan perlindungan oksida yang tahan kakisan serta membentuk lapisan yang berkilat.
- Lapisan oksida terbentuk melindungi besi daripada terdedah kepada air dan oksigen. Keadaan ini dapat mencegah pengaratn.
- Keluli nirkarat banyak digunakan dalam alatan pembedahan dan perkakas dapur.



Menghargai sumbangan sains dan teknologi.



## AKTIVITI 1M



Jalankan aktiviti dalam kumpulan.

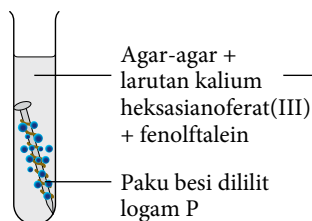
1. Bincangkan dan terangkan situasi yang berikut:
  - (a) Apakah perbezaan antara pengaratn besi dan kakisan logam?
  - (b) Huraikan mekanisme pengaratn besi dari segi pengoksidaan dan penurunan.
  - (c) Bagaimanakah logam yang lebih elektropositif daripada besi dapat mencegah pengaratn besi? Nyatakan beberapa contoh aplikasi dalam kehidupan seharian.
2. Bentangkan hasil perbincangan dengan ahli kumpulan yang lain secara *Gallery Walk*.



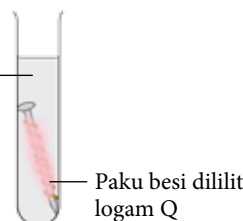
## Uji Diri 1.6

1. Rajah 1.43 menunjukkan pemerhatian kepada dua eksperimen untuk mengkaji kesan logam P dan logam Q ke atas pengaratn besi.

### Eksperimen I



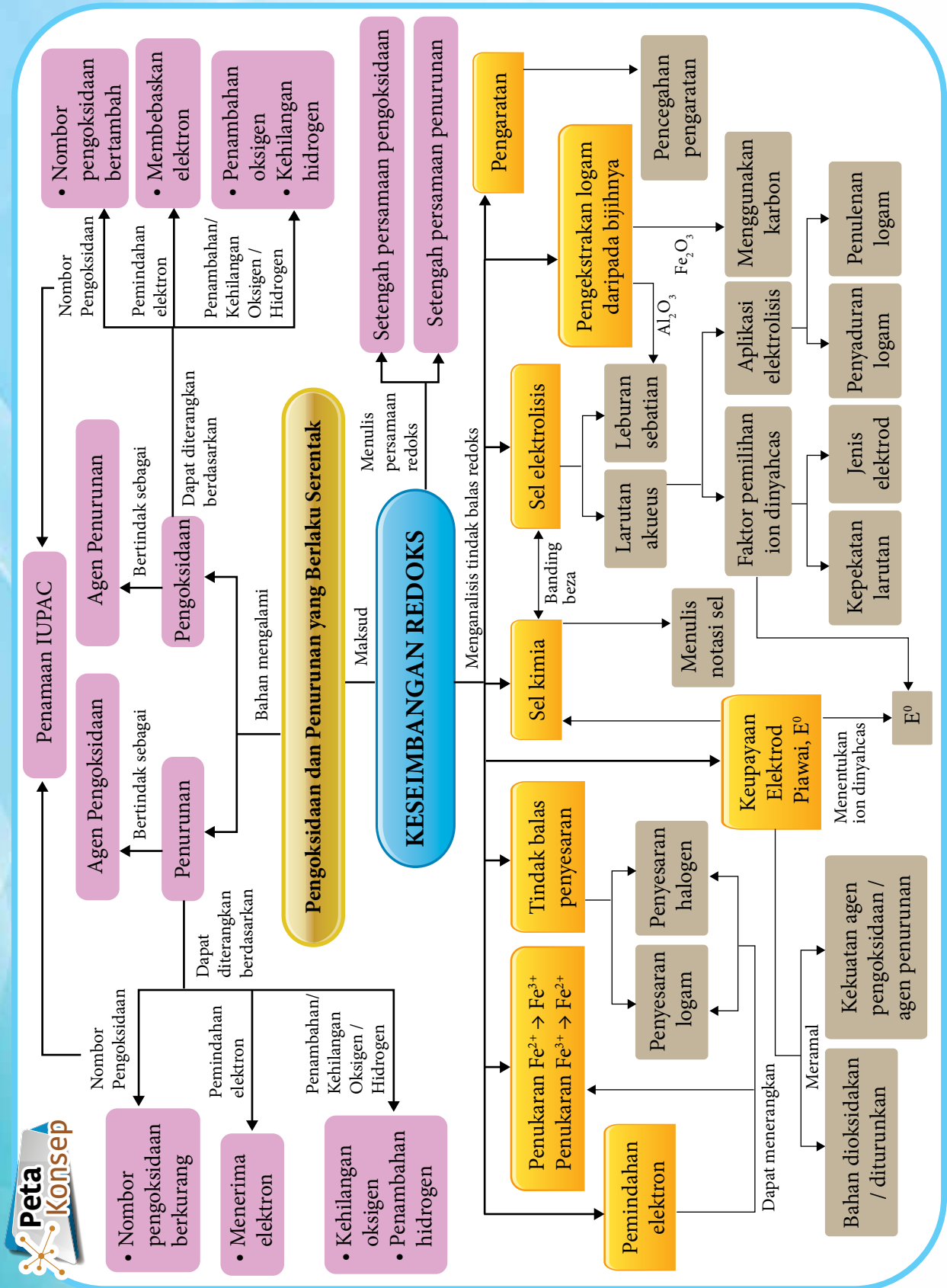
### Eksperimen II



Rajah 1.43

- (a) Cadangkan logam P dan logam Q.
  - (b) Terangkan tindak balas yang berlaku dalam eksperimen I dan eksperimen II. Sertakan setengah persamaan dalam jawapan anda.
  - (c) Susunkan keelektropositifan logam besi, P dan Q dalam tertib menaik.
2. Dalam industri pengeluaran makanan, kepingan keluli disadur dengan timah sebelum digunakan untuk membuat tin makanan. Terangkan cara timah dapat mengelakkan keluli daripada berkarat.





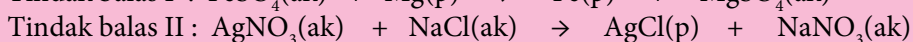
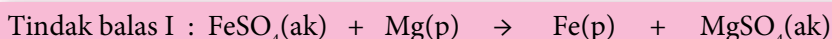
## Refleksi KENDIRI

1. Adakah anda telah menguasai topik **Keseimbangan Redoks**?
2. Apakah kandungan dalam topik **Keseimbangan Redoks** yang ingin anda pelajari dengan lebih mendalam? Mengapa?
3. Bagaimanakah topik **Keseimbangan Redoks** dapat memberikan manfaat kepada anda dalam kehidupan seharian?
4. Bagaimanakah anda menilai kemampuan anda untuk menerangkan kandungan dalam topik **Keseimbangan Redoks** kepada rakan anda?
5. Apakah yang dapat anda lakukan untuk meningkatkan kefahaman anda bagi topik **Keseimbangan Redoks**?



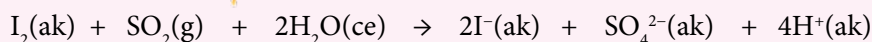
## UJIAN PENCAPAIAN

1. Adakah berlaku tindak balas redoks bagi setiap tindak balas di bawah ini?



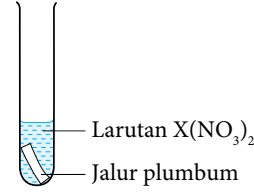
Kenal pasti dan terangkan jawapan anda berdasarkan perubahan nombor pengoksidaan.

2. Persamaan ion keseluruhan yang berikut menunjukkan tindak balas antara iodine,  $\text{I}_2$  dan sulfur dioksida,  $\text{SO}_2$ .



Berdasarkan persamaan di atas:

- (a) Nyatakan perubahan nombor pengoksidaan bagi iodine dan sulfur.
  - (b) Namakan agen pengoksidaan dan agen penurunan dalam tindak balas ini.
  - (c) Tuliskan setengah persamaan penurunan.
3. Rajah 1 menunjukkan susunan radas dan pemerhatian bagi eksperimen yang mengkaji penyesaran logam daripada larutan garamnya.
 

Susunan Radas	Pemerhatian
 <p>Rajah 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna biru larutan <math>\text{X}(\text{NO}_3)_2</math> menjadi biru pudar</li> <li>• Kepingan plumbum semakin nipis</li> <li>• Pepejal perang terenalap di dasar tabung uji</li> </ul>

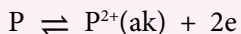
    - (a) Cadangkan larutan  $\text{X}(\text{NO}_3)_2$  yang sesuai dan namakan pepejal perang yang terenalap di dasar tabung uji.
    - (b) Tuliskan setengah persamaan pengoksidaan dan setengah persamaan penurunan.
    - (c) Tuliskan persamaan ion bagi tindak balas redoks yang berlaku.
    - (d) Nyatakan perubahan nombor pengoksidaan bagi X dalam eksperimen ini.
  4. Jadual 1 menunjukkan keputusan bagi eksperimen mengkaji penyesaran halogen daripada larutan halidanya.

Jadual 1

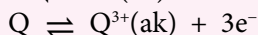
Eksperimen	Pemerhatian
Satu gas halogen yang berwarna perang dialirkan ke dalam sebuah tabung uji yang mengandungi campuran larutan natrium iodida, $\text{NaI}$ dan diklorometana, $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lapisan larutan akueus tidak berwarna</li> <li>• Lapisan diklorometana berwarna ungu</li> </ul>

- (a) Namakan gas halogen yang dialirkan ke dalam tabung uji dalam eksperimen ini.  
 (b) Nyatakan hasil tindak balas yang dapat dikesan oleh diklorometana,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ .  
 (c) Tuliskan setengah persamaan pengoksidaan, setengah persamaan penurunan dan persamaan ion bagi tindak balas redoks yang berlaku.

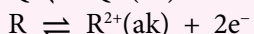
5. Berdasarkan nilai  $E^0$ , susun atom atau ion yang berikut dalam tertib menaik kekuatan agen pengoksidaan dan agen penurunan.



$$E^0 = -0.85 \text{ V}$$



$$E^0 = +1.66 \text{ V}$$



$$E^0 = +2.87 \text{ V}$$

6. Rajah 2 menunjukkan susunan radas bagi satu sel kimia.

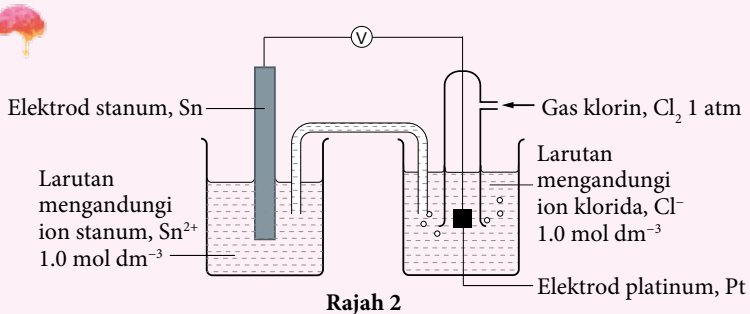
Dengan merujuk keupayaan elektrod piawai,  $E^0$  setengah sel:

- (a) Kenal pasti terminal negatif dan terminal positif.

- (b) Tuliskan notasi sel bagi sel kimia itu.

- (c) Tuliskan persamaan pengoksidaan, persamaan penurunan dan persamaan ion keseluruhan.

- (d) Hitungkan nilai voltan sel.



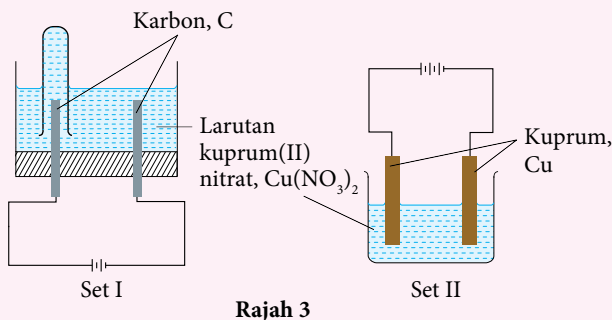
7. Rajah 3 menunjukkan dua set susunan radas yang digunakan untuk mengkaji elektrolisis

larutan kuprum(II) nitrat,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ .

- (a) Namakan hasil yang terbentuk pada anod set I. Terangkan jawapan anda.

- (b) Huraikan secara ringkas ujian kimia untuk mengesahkan hasil pada anod set I.

- (c) Bandingkan warna larutan kuprum(II) nitrat,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  dalam Set I dan Set II selepas satu jam elektrolisis dijalankan. Terangkan jawapan anda.

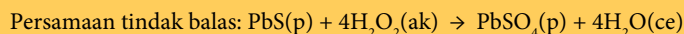


## Sudut Pengayaan



Lukisan lama yang menggunakan cat minyak berasaskan plumbum membentuk plumbum sulfida,  $\text{PbS}$  yang berwarna hitam.

Lukisan dicat semula menggunakan hidrogen peroksida,  $\text{H}_2\text{O}_2$  untuk memulihkan warna asal lukisan.



Berdasarkan persamaan di atas, kenal pasti bahan yang dioksidakan dan bahan yang diturunkan. Terangkan tindak balas redoks yang berlaku berdasarkan perubahan nombor pengoksidaan.



# KIMIA ORGANIK

## TEMA 2

Tema ini membicarakan tentang bahan organik asas di sekeliling kita, pengelasan sebatian hidrokarbon berdasarkan siri homolog, sifat fizik dan sifat kimianya. Pengetahuan tentang kaedah penyediaan dan sifat kimia bahan tersebut amat penting dalam aplikasi pemprosesan dan penghasilan bahan komersial dalam industri.



Bab

2

# SEBATIAN KARBON

## Kata Kunci

- Alkana
- Alkena
- Alkohol
- Alkuna
- Asid karboksilik
- Bukan hidrokarbon
- Ester
- Isomer
- Hidrokarbon
- Hidrokarbon tepu
- Hidrokarbon tak tepu
- Sebatian karbon organik
- Sebatian karbon tak organik
- Siri homolog

Apakah yang akan anda pelajari?

- 2.1 Jenis-jenis sebatian karbon
- 2.2 Siri homolog
- 2.3 Sifat kimia dan saling pertukaran sebatian antara siri homolog
- 2.4 Isomer dan penamaan mengikut IUPAC



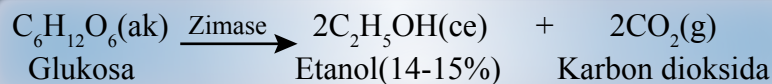
## Buletin



Sumber: (<https://loanstreet.com.my/ms/pusat-pembelajaran/pesta-kaamatan-hari-gawai>)

Salah satu keunikan yang terdapat dalam kehidupan etnik Sabah dan Sarawak ialah minuman tuak. Tahukah anda, tuak dihasilkan dengan memeram makanan seperti ubi kayu, nasi atau beras pulut dengan ragi (yis)? Tuak menjadi elemen penting sebagai bahan utama dalam upacara ritual dan hari besar seperti perayaan tahunan oleh masyarakat Iban, Melanau, Dayak dan suku-suku kaum etnik yang lain. Lazimnya, tuak disajikan kepada tetamu sebagai minuman alu-aluan semasa Hari Pesta Kaamatan dan Hari Gawai yang disambut selepas musim menuai pada setiap tahun.

Dalam konteks sains hari ini, apakah tindak balas kimia yang terlibat dalam penghasilan tuak? Jawapannya amat mudah. Sebenarnya, tuak ialah sejenis minuman yang disediakan melalui proses penapaian. Penapaian ialah penguraian molekul besar seperti karbohidrat iaitu sukrosa atau glukosa kepada molekul kecil seperti etanol,  $C_2H_5OH$  oleh yis. Yis merembeskan enzim zimase yang menukarkan glukosa kepada etanol,  $C_2H_5OH$  dan karbon dioksida,  $CO_2$ .



Sebagai peringatan, tuak dapat membawa kesan yang mudarat seperti mabuk, khayal dan muntah sekiranya diminum berlebihan.

**Apakah sumber bahan mentah untuk industri petrokimia?**

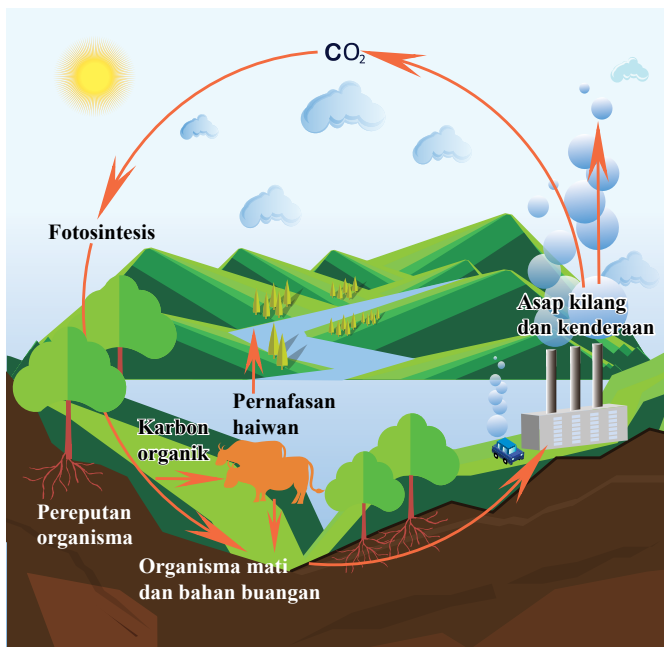
**Apakah bahan kimia yang menjadi komposisi utama di dalam cecair pembasmi kuman?**



**Apakah bahan kimia yang menyebabkan bau terhasil pada buah-buahan dan minyak wangi?**

## 2.1 JENIS-JENIS SEBATAN KARBON

- Karbon berpindah dari atmosfera kepada organisma hidup di bumi dan kembali ke atmosfera. Berdasarkan Rajah 2.1, dapatkah anda terangkan proses yang berlaku?



Rajah 2.1 Kitar karbon

### Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 2.1.1 Memahami sebatian karbon.
- 2.1.2 Menerangkan sumber hidrokarbon.



Link Topik

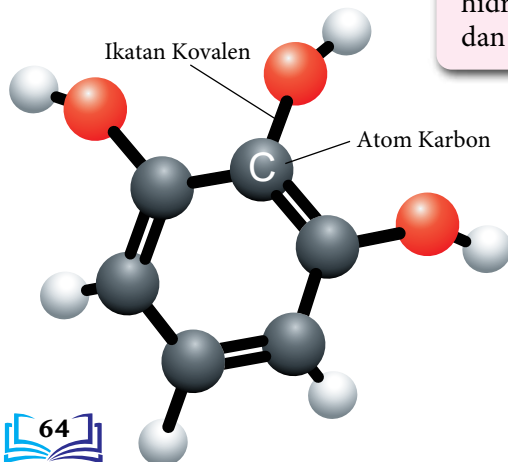
Sains Tingkatan 2:  
Kitar Karbon

### INFO

- Ahli kimia yang terdahulu merujuk sebatian karbon organik sebagai sebatian yang berasal daripada haiwan atau tumbuhan (benda hidup) seperti petroleum, karbohidrat, protein, lemak dan urea.
- Sekarang ini, sebatian organik juga termasuk sebatian yang disintesis daripada bahan semula jadi di makmal. Sebagai contoh, plastik, minyak wangi, bahan pencuci dan ubat-ubatan.

### Apakah sebatian karbon?

- Sebatian karbon ialah sebatian yang mengandungi **karbon** sebagai unsur juzuknya.
- Terdapat dua jenis sebatian karbon:
  - Sebatian organik.
  - Sebatian tak organik.



### Sebatian Karbon

#### Sebatian organik

Sebatian yang berasal daripada benda hidup dan mengandungi unsur karbon yang terikat secara kovalen dengan unsur-unsur seperti hidrogen, nitrogen, sulfur dan fosforus.

#### Sebatian tak organik

Sebatian yang berasal daripada benda bukan hidup seperti oksida karbon, sebatian karbonat dan sebatian sianida.

### Tahukah anda?

- Dalam kehidupan seharian, organik mempunyai maksud berbeza.
- Makanan organik ditanam tanpa penggunaan racun perosak, baja sintetik dan diubah suai secara genetik (GMO).
- Daging, ayam, telur dan produk tenusu organik dihasilkan daripada haiwan yang tidak diberi antibiotik atau hormon pertumbuhan.

## Hidrokarbon dan Bukan Hidrokarbon

- Sebatian organik terbahagi kepada hidrokarbon dan bukan hidrokarbon.

### Hidrokarbon

Sebatian organik yang mengandungi hidrogen dan karbon sahaja.

### Bukan Hidrokarbon

Sebatian organik yang mengandungi karbon dan hidrogen serta unsur lain seperti oksigen, nitrogen, fosforus atau halogen.

- Jadual 2.1 menunjukkan contoh hidrokarbon dan bukan hidrokarbon.

Jadual 2.1 Contoh hidrokarbon dan bukan hidrokarbon

Sebatian organik	Komposisi	Jenis
Protein	Karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen	Bukan hidrokarbon
Petrol	Karbon, hidrogen	Hidrokarbon
Kanji	Karbon, hidrogen, oksigen	Bukan hidrokarbon
Lemak	Karbon, hidrogen, oksigen	Bukan hidrokarbon
Gas asli	Karbon, hidrogen	Hidrokarbon
Alkohol	Karbon, hidrogen, oksigen	Bukan hidrokarbon

- Hidrokarbon dikelaskan kepada hidrokarbon tepu dan hidrokarbon tak tepu berdasarkan jenis ikatan kovalen.

### Hidrokarbon tepu

Hidrokarbon yang mempunyai hanya ikatan tunggal antara atom karbon.

### Hidrokarbon tak tepu

Hidrokarbon yang mempunyai sekurang-kurangnya satu ikatan ganda dua atau ganda tiga antara atom karbon.

- Jadual 2.2 menunjukkan contoh formula struktur hidrokarbon tepu dan hidrokarbon tak tepu.

Jadual 2.2 Contoh formula struktur hidrokarbon tepu dan hidrokarbon tak tepu

Hidrokarbon tepu	Hidrokarbon tak tepu	
$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ <p>Ikatan tunggal antara atom karbon</p>	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & =\text{C}-\text{H} \\   & & \\ \text{H} & & \end{array}$ <p>Ikatan ganda dua antara atom karbon</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>Ikatan ganda tiga antara atom karbon</p>



Link Topik

Sebatian Karbon:  
Siri homolog  
di halaman 72.

Portal  
Kimia



Ulangkaji Ikatan Kovalen dalam  
Hidrokarbon Tepu dan Tak Tepu  
<https://bit.ly/kpkt5n3>





## AKTIVITI 2A

PAK21

Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.

- Kelaskan sebatian yang berikut kepada sebatian organik atau sebatian tak organik:
  - Propanol,  $C_3H_7OH$ .
  - Karbon dioksida,  $CO_2$ .
  - Plumbum(II) karbonat,  $PbCO_3$ .
  - Glukosa,  $C_6H_{12}O_6$ .
  - Asid etanoik,  $CH_3COOH$ .
- Nyatakan istilah bagi setiap pernyataan yang berikut:
  - Sebatian yang mengandungi unsur karbon.
  - Hidrokarbon yang mempunyai ikatan tunggal sahaja.
  - Sebatian organik yang mengandungi unsur karbon dan hidrogen sahaja.
  - Sebatian karbon yang dihasilkan daripada benda hidup.
  - Hidrokarbon mengandungi ikatan ganda dua atau ganda tiga antara atom karbon.

### Sumber Hidrokarbon

- Sumber utama hidrokarbon ialah petroleum atau minyak mentah.
- Petroleum terbentuk daripada hasil pereputan tumbuhan dan haiwan yang telah mati di dasar laut berjuta-juta tahun dahulu.
- Petroleum ialah campuran hidrokarbon sama ada yang ringkas atau yang berantai panjang.
- Petroleum tidak dapat digunakan sebelum diproses. Petroleum perlu diasingkan kepada pecahannya sebelum dapat digunakan melalui proses penapisan.
- Dua peringkat dalam penapisan minyak, iaitu penyulingan berperingkat dan peretakan.

#### Tahukah anda?

- Daya van der Waals antara molekul semakin kuat apabila saiz molekul bertambah.
- Takat didih hidrokarbon bertambah apabila saiz molekul hidrokarbon bertambah kerana semakin banyak tenaga diperlukan untuk mengatasi daya tarikan tersebut.

#### Penyulingan berperingkat

Pecahan hidrokarbon dalam petroleum diasingkan pada suhu berlainan mengikut saiz hidrokarbon.

#### Peretakan

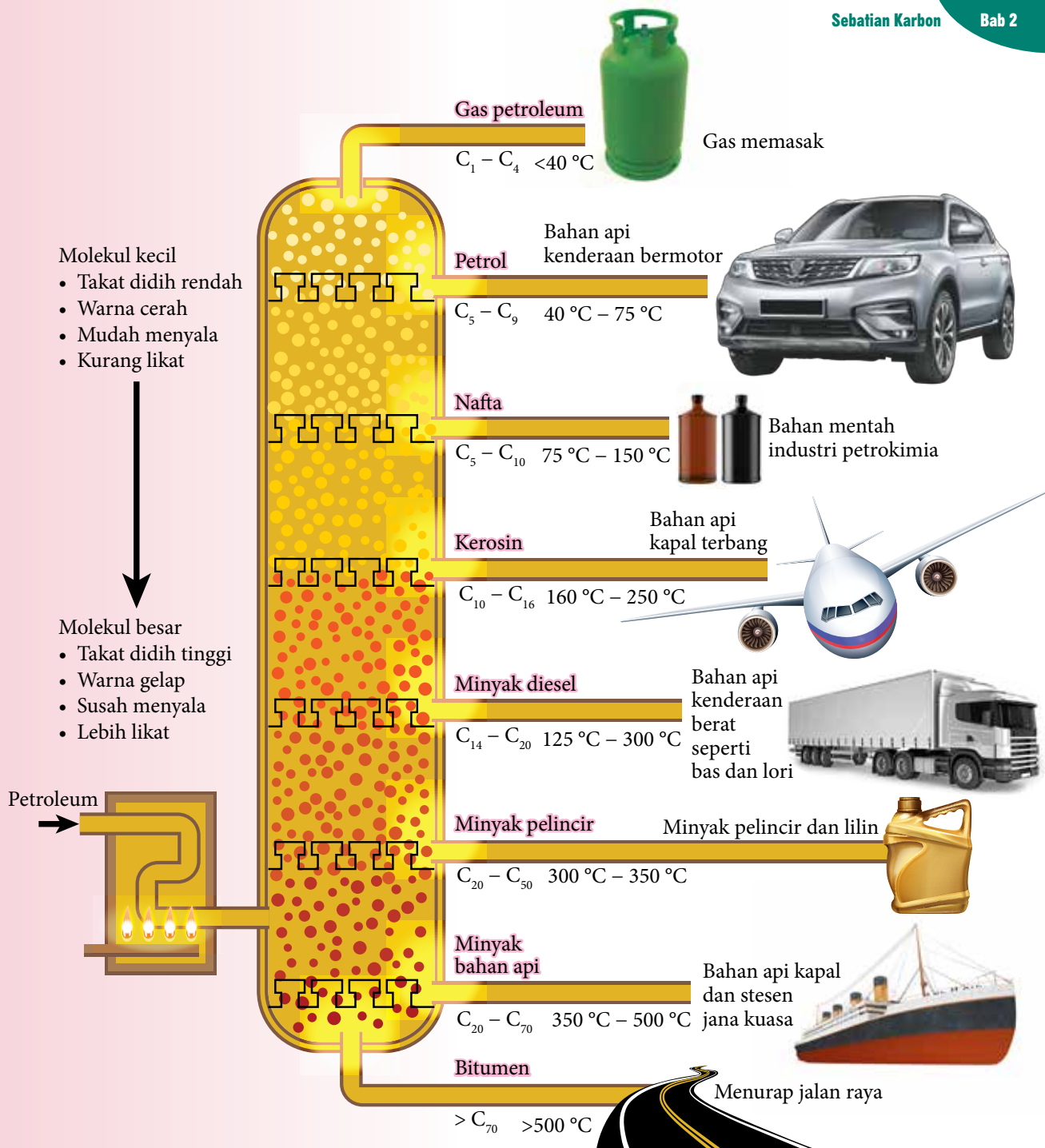
Hidrokarbon berantai panjang dipecahkan kepada molekul yang lebih kecil pada suhu tinggi dan bermangkin.

### Penyulingan Berperingkat



Gambar foto 2.1 Petroleum melalui proses penyulingan berperingkat di kilang penapisan minyak

- Semasa proses penyulingan berperingkat, petroleum dipanaskan dan dialirkan ke menara pemeringkat seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.2.
- Pecahan dalam petroleum dapat diasingkan kerana setiap pecahan hidrokarbon mempunyai takat didih yang tersendiri.
- Hidrokarbon dengan takat didih yang lebih rendah meruap terlebih dahulu, naik ke bahagian atas menara lalu dikondensasikan dan diasingkan.
- Hidrokarbon dengan takat didih yang lebih tinggi akan terkumpul di bahagian bawah menara dan dikondensasikan sebagai cecair.
- Dua kegunaan utama pecahan hidrokarbon yang diperoleh daripada penyulingan berperingkat, iaitu:
  - Digunakan sebagai bahan api.
  - Sebagai bahan mentah dalam industri petrokimia.



Rajah 2.2 Proses penyulingan berperingkat petroleum dan kegunaan hasilnya dalam kehidupan seharian





## Peretakan

- Peretakan ialah proses hidrokarbon rantai panjang dipecahkan kepada hidrokarbon yang lebih kecil.
- Dalam proses peretakan, pecahan hidrokarbon molekul besar dipanaskan pada suhu dan tekanan tinggi.
- Mangkin campuran aluminium oksida,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan silikon(IV) oksida,  $\text{SiO}_2$  biasanya digunakan untuk meningkatkan kadar tindak balas.
- Proses peretakan menghasilkan:
  - (i) Hidrokarbon yang lebih kecil seperti petrol yang digunakan sebagai bahan api.
  - (ii) Hidrokarbon alkena dan alkana rantai lebih pendek yang digunakan sebagai bahan mentah dalam penghasilan polimer, ubat, detergen, pelarut, baja dan banyak produk yang berguna.
- Permintaan terhadap hidrokarbon bersaiz kecil adalah lebih tinggi kerana lebih mudah terbakar dan digunakan sebagai bahan api.
- Pengasingan pecahan petroleum secara penyulingan berperingkat tidak dapat memenuhi permintaan yang tinggi terhadap hidrokarbon bersaiz kecil. Rajah 2.3 menunjukkan contoh tindak balas peretakan hidrokarbon rantai panjang.

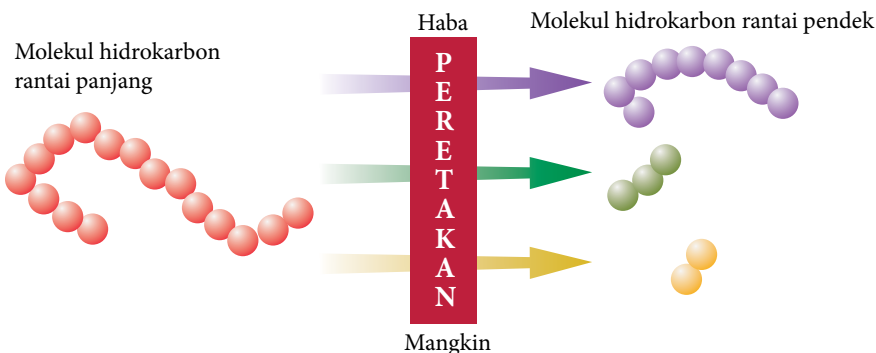


**Link Topik**

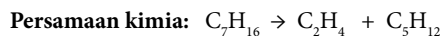
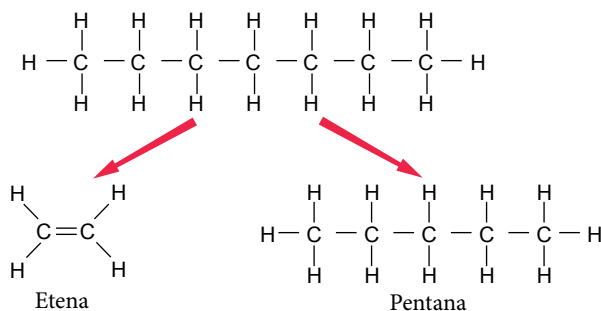
**Sebatian Karbon:**

Alkana dan alkena di halaman 73.

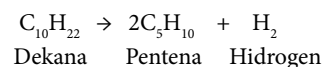
### Contoh 1:



### Contoh 2:



### Contoh 3:



Portal  
Kimia



Tindak balas  
Peretakan

<https://bit.ly/kpkt5v22>

Rajah 2.3 Contoh tindak balas peretakan hidrokarbon rantai panjang kepada molekul hidrokarbon yang lebih kecil dan juga gas hidrogen

## Aktiviti Makmal 2A Penyulingan Berperingkat Petroleum

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

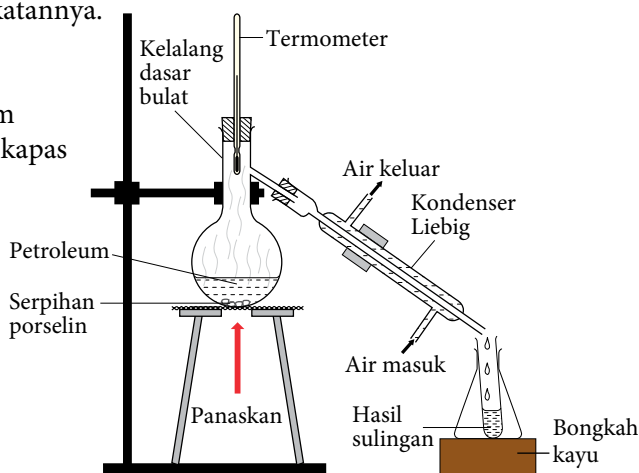
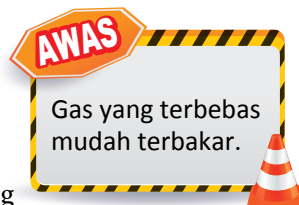
**Tujuan:** Mengkaji penyulingan berperingkat petroleum.

**Bahan :** Petroleum dan kapas.

**Radas :** Kertas turas, silinder penyukat, kaki retort, termometer ( $0^{\circ}\text{C} - 360^{\circ}\text{C}$ ), kelalang dasar bulat, kelalang kon, tabung uji, kondenser Liebig, kasa dawai, tungku kaki tiga, mangkuk penyejat, serpihan porselin, bongkah kayu dan penunu Bunsen.

### Prosedur:

1. Sukat  $50\text{ cm}^3$  petroleum dan masukkan ke dalam kelalang dasar bulat.
2. Tambahkan satu spatula serpihan porselin ke dalam kelalang dasar bulat itu.
3. Susunkan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.4.
4. Panaskan petroleum secara perlahan-lahan dan kumpulkan empat pecahan petroleum di dalam empat tabung uji berasingan pada julat suhu  $30^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$ ,  $80^{\circ}\text{C} - 120^{\circ}\text{C}$ ,  $120^{\circ}\text{C} - 160^{\circ}\text{C}$  dan  $160^{\circ}\text{C} - 200^{\circ}\text{C}$ .
5. Perhatikan setiap pecahan petroleum yang dikumpulkan pada suhu yang berlainan dan rekodkan warna serta kelikatannya.
6. Letakkan sedikit kapas ke dalam mangkuk penyejat.
7. Titiskan beberapa titik pecahan petroleum yang dikumpul di dalam tabung uji pada kapas di dalam mangkuk penyejat.
8. Bakar kapas itu dan perhatikan warna nyalaan serta kuantiti jelaga dengan meletakkan kertas turas di atas nyalaan.
9. Ulangi langkah 6 hingga 8 untuk pecahan petroleum yang dikumpul di dalam tabung uji 2, 3 dan 4.
10. Rekodkan pemerhatian anda dalam suatu jadual dibawah.



Rajah 2.4

### Keputusan:

Tabung uji	Takat didih/ $^{\circ}\text{C}$	Warna	Kelikatan	Kejelagaan
1	30 – 80			
2	80 – 120			
3	120 – 160			
4	160 – 200			

### Perbincangan:

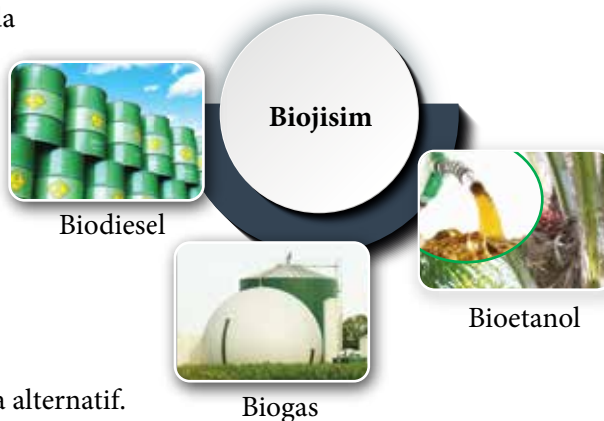
1. Mengapakah serpihan porselin dimasukkan ke dalam kelalang dasar bulat?
2. Mengapakah termometer biasa tidak digunakan dalam aktiviti ini?
3. Apakah hubungan antara takat didih pecahan petroleum dengan:
  - (a) Warna pecahan.
  - (b) Kelikatan pecahan.
  - (c) Kuantiti jelaga yang terbentuk selepas dibakar.
4. Pecahan petroleum yang manakah yang paling mudah terbakar?



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

## Apakah sumber alternatif hidrokarbon?

- Saintis meramalkan kebanyakan rizab petroleum dalam bumi akan habis dalam masa 100 tahun jika digunakan pada kadar sekarang. Oleh itu, langkah proaktif dan berkesan amat diperlukan untuk menghasilkan sumber alternatif bagi menggantikan petroleum.
- Sumber alternatif hidrokarbon merujuk kepada sumber tenaga selain bahan api fosil yang tidak dapat diperbaharu.
- Biojisim ialah bahan organik daripada tumbuhan dan haiwan. Biojisim mengandungi tenaga yang tersimpan daripada matahari.
- Sumber alternatif ini ialah sumber yang diperbaharu. Sumber tenaga alternatif boleh dihasilkan melalui pelbagai proses kimia yang bersumberkan biojisim.
- Rajah 2.5 menunjukkan contoh sumber tenaga alternatif.



Rajah 2.5 Contoh sumber tenaga alternatif

Portal  
Kimia



Bioetanol, Biodiesel  
dan Biogas

<https://bit.ly/kpkt5v23>

## AKTIVITI 2B

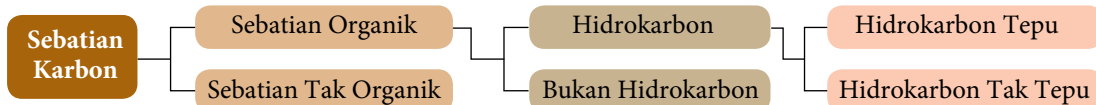
Melaksanakan pembelajaran berasaskan projek bagi penghasilan bioetanol sebagai sumber tenaga alternatif hidrokarbon daripada sisa organik.

Hasilkan bioetanol dengan menggunakan sisa makanan yang diperoleh di persekitaran anda. Bincang bersama dengan guru anda untuk menjalankan aktiviti ini di makmal sekolah.



## Uji Diri 2.1

1. Rajah yang berikut menunjukkan pengelasan sebatian karbon.



Berdasarkan rajah di atas, nyatakan maksud:

- (a) Sebatian organik.
  - (b) Hidrokarbon dan bukan hidrokarbon.
  - (c) Hidrokarbon tepu dan tak tepu.
2. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan peretakan?  
(b) Salin dan lengkapkan tindak balas yang berikut:
    - (i)  $C_{10}H_{22} \rightarrow C_6H_{14} + \dots$
    - (ii)  $\dots \rightarrow C_4H_8 + C_3H_6 + C_4H_{12}$
  - (c) Bincangkan kepentingan proses peretakan.

## 2.2 SIRI HOMOLOG

### Apakah siri homolog?

- Terdapat berjuta-juta sebatian organik yang diketahui.
- Untuk mengkaji sifat fizik dan tindak balas kimia, sebatian organik dikelaskan kepada kumpulan sebatian-sebatian yang dipanggil siri homolog.
- Siri homolog mempunyai ciri-ciri yang berikut:

<b>i</b>	Formula am yang sama.
<b>ii</b>	Kumpulan berfungsi yang sama.
<b>iii</b>	Sifat kimia yang sama.
<b>iv</b>	Ahli yang berturutan berbeza sebanyak satu atom karbon dan dua atom hidrogen ( $\text{CH}_2$ atau jisim molekul relatif = 14).
<b>v</b>	Sifat fizik yang berubah beransur-ansur daripada satu ahli kepada ahli yang berikutnya.

- Siri homolog yang akan dipelajari ialah alkana, alkena, alkuna, alkohol, asid karboksilik dan ester seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.3.

### Standard Pembelajaran

#### Murid boleh:

- 2.2.1 Menerangkan siri homolog.
- 2.2.2 Membina formula molekul dan formula struktur dan menamakan ahli siri homolog.
- 2.2.3 Menghuraikan sifat fizik untuk sebatian dalam sesuatu siri homolog.

### INFO

- Kumpulan berfungsi ialah kumpulan atom yang terikat kepada sebatian molekul organik.
- Kumpulan berfungsi menentukan sifat kimia suatu siri homolog.
- Tindak balas kimia berlaku pada kumpulan berfungsi.

### Tahukah anda?

Setiap siri homolog terdiri daripada ahli mengikut bilangan atom karbon, n.

Jadual 2.3 Siri homolog yang akan dipelajari

Siri homolog	Formula am	Kumpulan berfungsi	Nama kumpulan berfungsi	Jenis sebatian organik
Alkana	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ , $n = 1, 2, 3, \dots$	$\begin{array}{c}   &   \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\   &   \end{array}$	Ikatan tunggal antara atom karbon	Hidrokarbon tepu
Alkena	$\text{C}_n\text{H}_{2n}$ , $n = 2, 3, \dots$	$>\text{C}=\text{C}<$	Ikatan ganda dua antara atom karbon	Hidrokarbon tak tepu
Alkuna	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ , $n = 2, 3, \dots$	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	Ikatan ganda tiga antara atom karbon	Hidrokarbon tak tepu
Alkohol	$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ , $n = 1, 2, \dots$	$-\text{OH}$	Hidroksil	Bukan hidrokarbon
Asid karboksilik	$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ , $n = 0, 1, 2, \dots$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{O}-\text{H} \end{array}$	Karboksil	Bukan hidrokarbon
Ester	$\text{C}_m\text{H}_{2m+1}\text{COOC}_n\text{H}_{2n+1}$ $m = 0, 1, 2, \dots$ $n = 1, 2, 3, \dots$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{O}- \end{array}$	Karboksilat	Bukan hidrokarbon

## Formula Molekul, Formula Struktur dan Penamaan Ahli-ahli Siri Homolog

- Formula molekul ialah formula kimia yang menunjukkan bilangan sebenar atom bagi unsur yang terdapat dalam suatu molekul.
- Formula struktur menunjukkan jenis ikatan dan cara atom-atom dalam suatu molekul terikat antara satu sama lain.

Contoh:

Formula molekul metana	Susunan elektron dalam molekul metana	Formula struktur metana
CH <sub>4</sub>		<p>Mewakili sepasang elektron yang dikongsi untuk membentuk ikatan kovalen tunggal</p>

- Nama ahli setiap siri homolog yang berantai lurus mengikut sistem penamaan IUPAC terdiri daripada dua komponen, iaitu:

### Nama induk

Mewakili bilangan atom karbon pada rantai paling panjang

### Akhiran

Mewakili siri homolog

- Jadual 2.4 menunjukkan nama induk ahli siri homolog mengikut bilangan atom karbon dalam rantai karbon paling panjang.

Jadual 2.4 Nama induk ahli siri homolog

Bilangan karbon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nama Induk	Met	Et	Prop	But	Pent	Heks	Hept	Okt	Non	Dek

- Jadual 2.5 menunjukkan nama akhiran ahli siri homolog.

Jadual 2.5 Nama akhiran ahli siri homolog

Siri homolog	Alkana	Alkena	Alkuna	Alkohol	Asid karboksilik	Ester
Akhiran	“ana”	“ena”	“una”	“ol”	“oik”	“oat”

Contoh:

Tuliskan formula molekul dan nama bagi alkana dengan tiga atom karbon.

Apabila  $n = 3$

Formula molekul bagi  $C_nH_{2n+2} = C_3H_{2(3)+2} = C_3H_8$

Nama induk : Prop    Akhiran: -ana

Nama alkana dengan tiga atom karbon ialah **propana**.

### Tahukah anda?

Kaedah penamaan sebatian organik adalah berdasarkan tatacara yang ditetapkan oleh *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC).



## Alkana

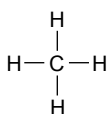
- Gambar foto 2.2 dan 2.3 menunjukkan kegunaan ahli siri homolog alkana untuk memasak serta kewujudannya secara semula jadi.



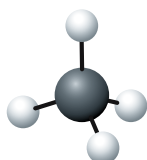
Gambar foto 2.2 Lapisan nipis berlilin pada kulit buah-buahan ialah alkana



Gambar foto 2.3 Gas butana,  $C_4H_{10}$  yang digunakan untuk memasak ialah alkana



Formula struktur  
 $CH_4$



Model molekul  
 $CH_4$

Contoh:

Ahli pertama,  $n = 1$

Formula molekul:  $C_1 H_{2(1)+2} = CH_4$

Nama ahli: **Metana** (Rujuk Jadual 2.4 dan 2.5)

**Hidrokarbon Tepu**

Wujud ikatan kovalen tunggal antara atom karbon.

**Kumpulan Berfungsi**

Ikatan kovalen tunggal antara atom karbon,  $-\overset{|}{\underset{|}{\text{C}}}-\overset{|}{\underset{|}{\text{C}}}-$

**Formula Am**

$C_n H_{2n+2}$ ,  $n = 1, 2, 3, \dots$



Setiap atom karbon terikat kepada empat atom lain oleh ikatan kovalen tunggal, iaitu C—C atau C—H.

Portal Kimia



Membina Model Molekul Alkana  
<https://bit.ly/kpkt5v50>



## AKTIVITI

2C

### Membina Model Molekul Alkana

PAK21

Jalankan aktiviti ini secara kumpulan.

**Bahan:** Model atom karbon dan hidrogen

**Kaedah:**

- Bina model molekul untuk sepuluh ahli pertama alkana berantai lurus menggunakan model yang dibekalkan.
- Berdasarkan model yang dibina untuk sepuluh ahli pertama alkana berantai lurus:
  - Tulis formula molekul.
  - Lukiskan formula struktur.
  - Namakan mengikut sistem penamaan IUPAC.
- Bentangkan hasil kerja anda dengan menggunakan Jadual 2.6 sebagai rujukan.

Jadual 2.6 Sepuluh ahli pertama alkana

Bilangan atom karbon	Nama alkana	Formula molekul $C_n H_{2n+2}$	Formula struktur
1	Metana	$CH_4$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$
2	Etana	$C_2H_6$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$

Portal Kimia



Sepuluh Ahli Pertama Alkana

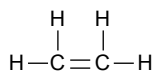
<https://bit.ly/kpkt5n33>

## Alkena

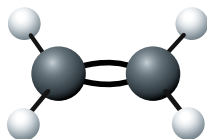
- Tahukah anda buah-buahan menghasilkan gas etena,  $C_2H_4$  secara semula jadi yang menyebabkan buah itu masak. Gas etena,  $C_2H_4$  merupakan ahli siri homolog alkena.



Gambar foto 2.4 Pisang yang sedang masak



Formula struktur  $C_2H_4$



Model molekul  $C_2H_4$

**Hidrokarbon Tak Tepu**

Wujud ikatan kovalen ganda dua antara atom karbon.

**Kumpulan Berfungsi**

Ikatan ganda dua antara atom karbon,  $>C=C<$

**Formula Am**

$C_nH_{2n}$ ,  $n = 2, 3, \dots$

Contoh:

Ahli pertama,  $n = 2$

Formula molekul:  $C_2H_{2(2)} = C_2H_4$

- Nama Induk: Diperoleh daripada rantai karbon terpanjang.
- Tambahkan akhiran "ena" pada nama induk kerana "ena" ialah ahli siri homolog alkena.

Nama ahli: **Etena**



## AKTIVITI

2D

Salin dan lengkapkan Jadual 2.7 untuk sembilan ahli pertama alkena.

Jadual 2.7 Sembilan ahli pertama alkena

Bilangan atom karbon	Nama	Formula molekul	Formula struktur
2	Etena	$C_2H_4$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{C}=\text{C} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
3	Propena	$C_3H_6$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$
4	But-1-ena	$C_4H_8$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$

Portal Kimia



Sembilan Ahli Pertama Alkena

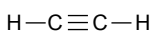
<https://bit.ly/kpkt5n34>

## Alkuna

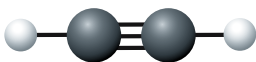
- Gambar foto 2.5 menunjukkan gas etuna,  $C_2H_2$  digunakan dalam pemotongan logam. Etuna,  $C_2H_2$  ialah ahli siri homolog alkuna.



Gambar foto 2.5 Gas etuna digunakan dalam pemotongan logam



Formula struktur  $C_2H_2$



Model molekul  $C_2H_2$

**Hidrokarbon Tak Tepu**

Wujud ikatan kovalen ganda tiga antara atom karbon.

**Kumpulan Berfungsi**

Ikatan ganda tiga antara atom karbon,  $-C\equiv C-$

**Formula Am**

$C_nH_{2n-2}$ ,  $n=2,3\dots$

Contoh:

Ahli pertama,  $n=2$

Formula molekul:  $C_2H_{2(2)-2} = C_2H_2$

- Nama Induk: Diperoleh daripada rantai karbon terpanjang.
- Tambahkan akhiran “una” pada nama induk kerana “una” ialah ahli siri homolog alkuna.

Nama ahli: **Etuna**



## AKTIVITI 2E

Salin dan lengkapkan Jadual 2.8 untuk enam ahli pertama alkuna.

Jadual 2.8 Enam ahli pertama alkuna

Bilangan atom karbon	Nama	Formula molekul	Formula struktur
2	Etuna	$C_2H_2$	$H-C\equiv C-H$
3	Propuna	$C_3H_4$	$  \begin{array}{c}  H \\    \\  H-C\equiv C-C-H \\    \\  H  \end{array}  $
4	But-1-una	$C_4H_6$	$  \begin{array}{c}  H \quad H \\    \quad   \\  H-C\equiv C-C-C-H \\    \quad   \\  H \quad H  \end{array}  $

Portal Kimia



Enam Ahli Pertama Alkuna

<https://bit.ly/kpkt5n35>

## Alkohol

- Gambar foto 2.6 menunjukkan contoh pelbagai barang yang dihasilkan oleh ahli siri homolog alkohol.



Antiseptik



Minyak wangi



Pelarut



Bahan api

**Gambar foto 2.6** Contoh barangan yang dihasilkan daripada alkohol

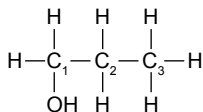
Contoh:

Ahli ketiga,  $n = 3$

Formula molekul:  $C_3H_{2(3)+1}OH = C_3H_7OH$

- Menamakan alkohol rantai lurus mengikut sistem penamaan IUPAC:
  - Tentukan bilangan atom karbon dalam rantai karbon terpanjang yang mengandungi kumpulan hidroksil,  $-OH$  untuk mendapatkan nama alkana yang mengandungi bilangan atom karbon yang sama dengan alkohol.
  - Gantikan akhiran "a" daripada nama alkana dengan "ol"

Contoh:



Nama alkana yang sepadan: Propana

Nama alkohol: Propanol

Kedudukan hidroksil pada karbon pertama

Nama IUPAC: Propan-1-ol

**Bukan Hidrokarbon**

Mengandungi atom karbon, hidrogen dan oksigen.

**Kumpulan Berfungsi**

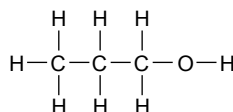
Kumpulan hidroksil,  $-OH$

**Formula Am**

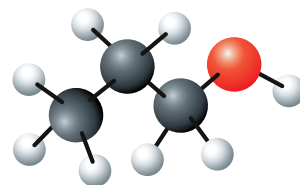
$C_nH_{2n+1}OH, n = 1,2,3...$

### Tahukah anda?

Kumpulan hidroksil,  $-OH$  berbeza dengan ion hidroksida,  $OH^-$  dalam alkali. Tiada ion hidroksida,  $OH^-$  dalam alkohol.



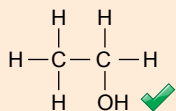
Formula struktur  $C_3H_7OH$



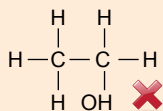
Model molekul  $C_3H_7OH$

### Cabaran Minda

Formula struktur A



Formula struktur B



Bincangkan sebab formula struktur A dilukis dengan betul manakala formula struktur B adalah salah.

## Asid Karboksilik

- Gigitan semut yang menyebabkan kesakitan mengandungi asid metanoik, HCOOH atau asid formik. Cuka pula mengandungi asid etanoik, CH<sub>3</sub>COOH yang juga dikenali sebagai asid asetik. Tahukah anda bahawa asid etanoik dan asid metanoik ialah ahli dalam siri homolog asid karboksilik?



Gambar foto 2.7 Gigitan semut dan cuka

- Menamakan asid karboksilik mengikut sistem penamaan IUPAC:
  - Tentukan bilangan atom karbon; dapatkan nama alkana yang setara.
  - Gantikan akhiran "a" daripada nama alkana dengan "-oik".

Contoh:

- (a) Formula molekul: HCOOH

Bilangan atom karbon ialah 1

Nama alkana yang sepadan ialah metana.

Nama HCOOH ialah asid metanoik.

- (b) Formula molekul: CH<sub>3</sub>COOH

Bilangan atom karbon ialah 2

Nama alkana yang sepadan ialah etana.

Nama CH<sub>3</sub>COOH ialah asid etanoik.

Bukan  
Hidrokarbon

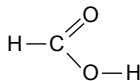
Mengandungi atom karbon,  
hidrogen dan oksigen.

Kumpulan  
Berfungsi

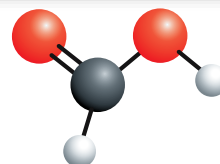
Kumpulan karboksil, -COOH

Formula Am

C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>COOH, n = 0, 1, 2, 3...



Formula struktur  
HCOOH



Model molekul HCOOH

Contoh:

Ahli pertama, n = 0

Formula molekul: C<sub>0</sub>H<sub>2(0)+1</sub>COOH = HCOOH



## AKTIVITI 2F

PAK21

- Salin dan lengkapkan Jadual 2.9 untuk menunjukkan formula molekul, formula struktur dan nama bagi enam ahli pertama alkohol dan asid karboksilik rantai lurus.

Jadual 2.9 Enam ahli pertama alkohol dan asid karboksilik

n	Formula molekul	Bilangan atom karbon	Formula struktur	Nama

- Terangkan sebab bilangan nilai n yang pertama ialah 0 untuk formula am siri homolog asid karboksilik.
- Terangkan sebab kumpulan berfungsi karboksil, -COOH sentiasa berada pada karbon yang pertama.

Portal  
Kimia



Helaian Kerja Enam Ahli Pertama  
Alkohol dan Asid Karboksilik

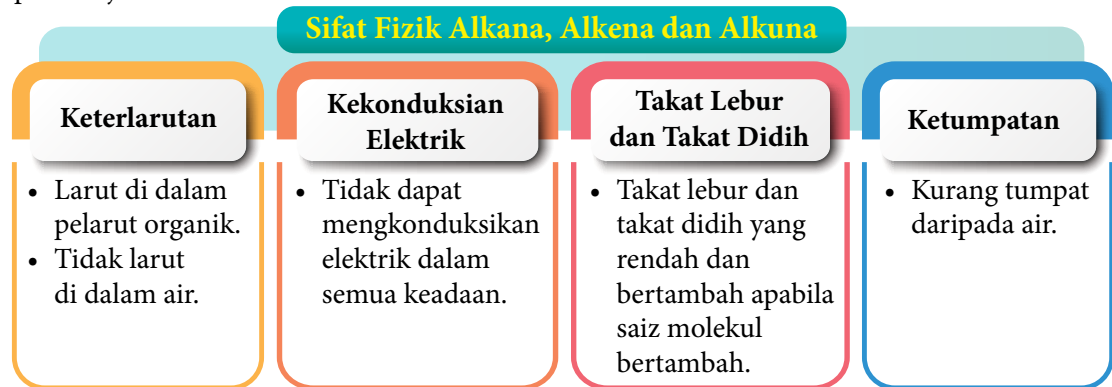
<https://bit.ly/kpkt5n4>



## Menghuraikan Sifat Fizik untuk Sebatian dalam Suatu Siri Homolog

### Sifat Fizik Alkana, Alkena dan Alkuna

- Ahli siri homolog alkana, alkena dan alkuna terdiri daripada molekul yang neutral.
- Alkana, alkena dan alkuna mempunyai sifat fizik sebatian kovalen seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.6:



Rajah 2.6 Sifat fizik alkana, alkena dan alkuna



### AKTIVITI 2G



Anda dikehendaki menjalankan aktiviti ini dalam kumpulan.

Jadual 2.10 menunjukkan sifat fizik tujuh ahli pertama alkana dan Jadual 2.11 menunjukkan sifat fizik enam ahli pertama alkena.

Jadual 2.10 Sifat fizik tujuh ahli pertama alkana

Formula molekul	Takat lebur/ $^{\circ}\text{C}$	Takat didih/ $^{\circ}\text{C}$	Keadaan fizik pada suhu bilik
$\text{CH}_4$	-182	-162	...
$\text{C}_2\text{H}_6$	-183	-89	...
$\text{C}_3\text{H}_8$	-188	-42	...
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	-138	-0.5	...
$\text{C}_5\text{H}_{12}$	-130	36	...
$\text{C}_6\text{H}_{14}$	-95	69	...
$\text{C}_7\text{H}_{16}$	-91	98	...

Jadual 2.11 Sifat fizik enam ahli pertama alkena

Formula molekul	Takat lebur/ $^{\circ}\text{C}$	Takat didih/ $^{\circ}\text{C}$	Keadaan fizik pada suhu bilik
$\text{C}_2\text{H}_4$	-169	-104	...
$\text{C}_3\text{H}_6$	-185	-47	...
$\text{C}_4\text{H}_8$	-185	-6	...
$\text{C}_5\text{H}_{10}$	-165	30	...
$\text{C}_6\text{H}_{12}$	-140	63	...
$\text{C}_7\text{H}_{14}$	-119	93	...

1. Lengkapkan Jadual 2.10 dan 2.11.
2. Berdasarkan data dalam Jadual 2.10 dan 2.11, nyatakan dan terangkan tiga ciri siri homolog yang ditunjukkan oleh alkana dan alkena.

Bentangkan jawapan anda melalui aktiviti *Gallery Walk*.

- Daripada Aktiviti 2G, anda telah dapat mengenal pasti perubahan sifat fizik untuk tujuh ahli pertama alkana dan enam ahli pertama alkena.
- Oleh itu, kita dapat menyimpulkan bahawa apabila bilangan atom karbon dalam setiap molekul meningkat, saiz molekul meningkat, daya *van der Waals* atau daya tarikan antara molekul semakin kuat. Lebih banyak tenaga haba diperlukan untuk mengatasi daya ini, takat lebur dan takat didih juga meningkat.

## Sifat Fizik Alkohol dan Asid Karboksilik

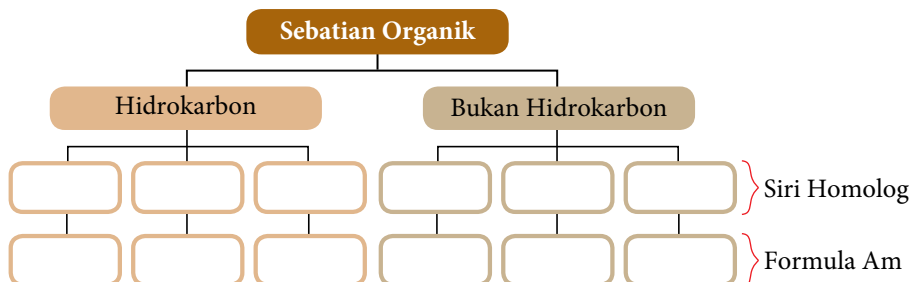
- Alkohol dan asid karboksilik ialah sebatian organik bukan hidrokarbon yang mengandungi unsur karbon, hidrogen dan oksigen.
- Takat didih alkohol dan asid karboksilik secara relatifnya lebih tinggi daripada alkena yang sepadan.
- Keterlarutan alkohol dan asid karboksilik dalam air berkurang apabila saiz molekul bertambah.
- Jadual 2.12 menunjukkan sifat fizik alkohol dan asid karboksilik.

Jadual 2.12 Sifat fizik alkohol dan asid karboksilik

Siri homolog	Alkohol	Asid karboksilik
Takat didih	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Takat didih yang rendah dan meningkat dengan peningkatan bilangan atom karbon per molekul.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Takat didih yang rendah dan meningkat dengan peningkatan bilangan atom karbon per molekul.</li> </ul>
Keadaan fizik pada suhu bilik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebelas ahli pertama alkohol yang wujud sebagai cecair.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sembilan ahli pertama asid karboksilik yang wujud sebagai cecair.</li> </ul>
Keterlarutan di dalam air	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metanol, Etanol dan Propanol terlarut campur dalam air pada semua kadar.</li> <li>• Keterlarutan berkurang dengan peningkatan saiz molekul.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asid metanoik, asid etanoik dan asid propanoik sangat larut dalam air.</li> <li>• Keterlarutan di dalam air berkurang dengan peningkatan saiz molekul.</li> </ul>



1. Lengkapkan peta pokok berikut dengan siri homolog dan formula am yang bersesuaian.



2. Jadual 2.13 menunjukkan formula molekul sebatian organik P, Q, R, S dan T daripada siri homolog yang berbeza:

Jadual 2.13

P	Q	R	S	T
$C_3H_7COOH$	$C_4H_8$	$C_3H_7OH$	$C_7H_{16}$	$C_5H_8$

- (a) Untuk semua sebatian dalam jadual di atas;
  - (i) nyatakan siri homolog, (ii) lukis formula struktur, dan (iii) tulis nama IUPAC.
- (b) Senaraikan semua sebatian yang wujud dalam bentuk;
  - (i) gas pada suhu bilik, dan (ii) cecair pada suhu bilik.
- (c) Senaraikan semua sebatian yang;
  - (i) larut dalam air, dan (ii) tidak larut dalam air.
- (d) Bandingkan takat didih sebatian Q dan S. Terangkan jawapan anda.

## 2.3

# SIFAT KIMIA DAN SALING PERTUKARAN SEBATIAN ANTARA SIRI HOMOLOG

## Sifat Kimia Alkana

- Setiap siri homolog mempunyai kumpulan berfungsi yang berbeza dengan siri homolog yang lain. Kumpulan berfungsi menentukan sifat kimia suatu siri homolog.
- Alkana ialah hidrokarbon tepu yang hanya mempunyai ikatan kovalen tunggal, C–C dan C–H.
- Alkana tidak reaktif kerana ikatan C–C dan C–H yang kuat dalam molekul memerlukan tenaga yang banyak untuk diputuskan.
- Walaupun alkana tidak bertindak balas dengan kebanyakan bahan kimia, alkana mengalami dua jenis tindak balas, iaitu:
  - I. Pembakaran
  - II. Penukargantian

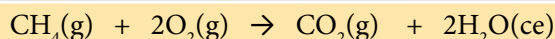
### Standard Pembelajaran

Murid boleh:

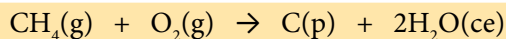
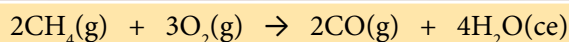
- 2.3.1 Menghuraikan sifat kimia setiap siri homolog melalui aktiviti.
- 2.3.2 Memahami ester melalui aktiviti.

### I. Tindak Balas Pembakaran

- Alkana terbakar dengan lengkap dalam oksigen, O<sub>2</sub> berlebihan lalu menghasilkan karbon dioksida, CO<sub>2</sub> dan air, H<sub>2</sub>O. Sebagai contoh, pembakaran lengkap metana, CH<sub>4</sub> dalam oksigen, O<sub>2</sub> berlebihan berlaku seperti yang berikut:



- Alkana melalui pembakaran yang tidak lengkap apabila bekalan oksigen, O<sub>2</sub> terhad atau tidak mencukupi. Pembakaran alkana yang tidak lengkap menghasilkan zarah karbon, C (dalam bentuk jelaga), gas karbon monoksida, CO yang beracun dan air, H<sub>2</sub>O. Contoh pembakaran tidak lengkap metana, CH<sub>4</sub> berlaku seperti yang berikut:



- Pembakaran alkana membebaskan kuantiti haba yang banyak. Oleh itu, alkana sesuai dijadikan bahan api.
- Alkana yang mempunyai bilangan atom karbon, C lebih banyak terbakar dengan nyalaan lebih berjelaga.



**Mengimbangkan persamaan pembakaran:**

**Langkah 1:** Seimbangkan C.

**Langkah 2:** Seimbangkan H.

**Langkah 3:** Seimbangkan O dan anda boleh gunakan pecahan.

**Tahukah anda?**

- Kandungan utama gas asli ialah metana, CH<sub>4</sub>.
- Gas metana, CH<sub>4</sub> juga terhasil apabila bahan buangan organik terurai tanpa kehadiran oksigen, O<sub>2</sub>. Oleh sebab metana, CH<sub>4</sub> mudah terbakar, metana, CH<sub>4</sub> dapat menyebabkan kebakaran di tempat buangan sampah dan di paya gambut.





## AKTIVITI 2H



Jalankan aktiviti ini dalam kumpulan.

- Tulis persamaan lengkap bagi pembakaran alkana yang berikut:
  - Etana,  $C_2H_6$ .
  - Propana,  $C_3H_8$ .
  - Heksana,  $C_6H_{14}$ .
  - Oktana,  $C_8H_{18}$ .
- Berdasarkan pengetahuan anda tentang tindak balas alkana dengan halogen, bincangkan cara etana,  $C_2H_6$  dan bromin,  $Br_2$  bertindak balas dengan kehadiran cahaya matahari.
  - Tulis persamaan bagi setiap peringkat penukargantian yang berlaku.
  - Namakan setiap sebatian yang terhasil.

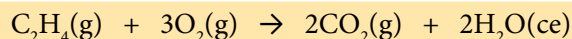
Kongsikan jawapan anda melalui aktiviti *Gallery Walk*.

## Sifat Kimia Alkena

- Alkena secara kimia lebih reaktif berbanding alkana kerana kewujudan ikatan kovalen ganda dua antara dua atom karbon, C. Hampir semua tindak balas kimia alkena berlaku pada ikatan ganda dua.
- Tindak balas kimia alkena ialah:
  - Pembakaran.
  - Tindak balas penambahan.
  - Tindak balas pempolimeran penambahan.

### I. Tindak Balas Pembakaran

- Alkena terbakar dengan lengkap dalam keadaan oksigen,  $O_2$  berlebihan untuk menghasilkan karbon dioksida,  $CO_2$  dan air,  $H_2O$ . Pembakaran etena,  $C_2H_4$  adalah seperti yang berikut:

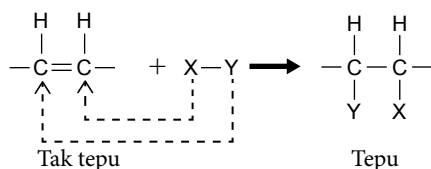


- Alkena terbakar dengan tidak lengkap dalam keadaan bekalan oksigen,  $O_2$  yang tidak mencukupi untuk membentuk zarah karbon (dalam bentuk jelaga), gas karbon monoksida, CO yang beracun dan air,  $H_2O$ .
- Pembakaran alkena akan menghasilkan nyalaan yang lebih berjelaga berbanding alkana yang sepadan. Hal ini disebabkan oleh peratus jisim karbon per molekul lebih tinggi dalam alkena berbanding alkana.

### II. Tindak Balas Penambahan

- Oleh sebab alkena ialah hidrokarbon tak tepu, maka alkena melalui tindak balas penambahan.

Tindak balas penambahan berlaku apabila atom lain ditambah pada setiap atom karbon, C pada ikatan ganda dua,  $-C=C-$  untuk membentuk hasil ikatan kovalen tunggal  $-C-C-$ .



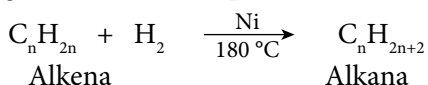


- Lima tindak balas penambahan yang berlaku pada alkena:

- 1 Penambahan hidrogen (Penghidrogenan).
- 2 Penambahan halogen (Penghalogenan).
- 3 Penambahan halogen halida.
- 4 Penambahan air (Penghidratan).
- 5 Pengoksidaan menggunakan larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$ .

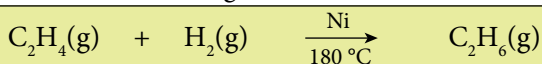
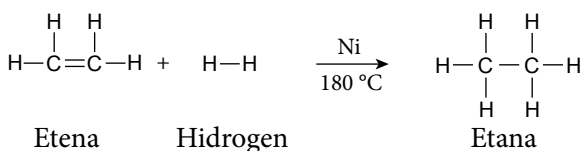
### 1. Penambahan Hidrogen (Penghidrogenan)

- Alkena bertindak balas dengan hidrogen pada suhu  $180^\circ\text{C}$  dengan kehadiran nikel/platinum sebagai mangkin untuk menghasilkan alkana sepadan.



Contoh:

Gas etena,  $\text{C}_2\text{H}_4$  bertindak balas dengan gas hidrogen,  $\text{H}_2$  dengan kehadiran mangkin nikel, Ni pada suhu  $180^\circ\text{C}$  untuk menghasilkan gas etana,  $\text{C}_2\text{H}_6$ .



Portal  
Kimia



Penghidrogenan Etena

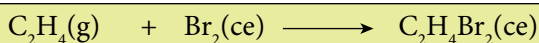
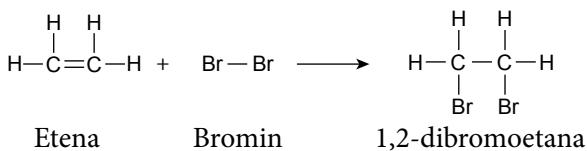
<https://bit.ly/kpkt5v24>

#### Tahukah anda

Penghidrogenan bermangkin merupakan kaedah yang digunakan untuk menukarkan minyak sayuran kepada lemak pepejal dalam industri pembuatan marjerin.

### 2. Penambahan Halogen (Penghalogenan)

- Alkena bertindak balas dengan halogen seperti klorin,  $\text{Cl}_2$  dan bromin,  $\text{Br}_2$  pada keadaan bilik. Sebagai contoh, apabila gas etena,  $\text{C}_2\text{H}_4$  dilalukan pada air bromin,  $\text{Br}_2$ , warna perang air bromin,  $\text{Br}_2$  dinyahwarnakan.

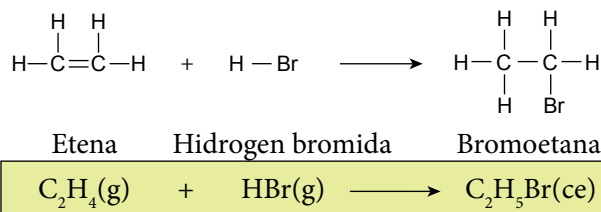


Cabaran  
Minda

Ramalkan hasil-hasil tindak balas apabila etena,  $\text{C}_2\text{H}_4$  bertindak balas dengan klorin,  $\text{Cl}_2$ .

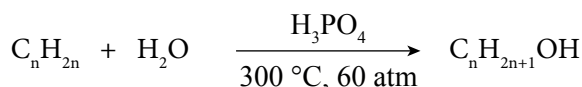
### 3. Penambahan Hidrogen halida

- Alkena bertindak balas dengan hidrogen halida seperti hidrogen klorida, HCl atau hidrogen bromida, HBr pada suhu bilik untuk membentuk haloalkana.
- Sebagai contoh, apabila gas hidrogen bromida kering, HBr dilalukan ke dalam gas etena, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> dan bromoetana dihasilkan.

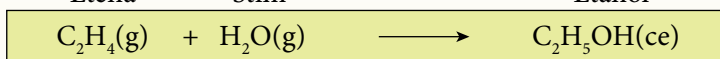
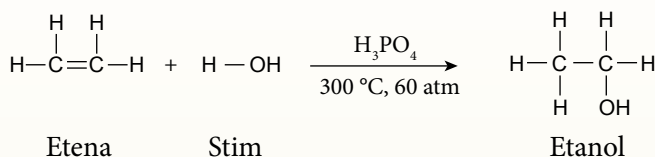


### 4. Penambahan Air (Penghidratan)

- Alkena bertindak balas dengan air (dalam bentuk stim) pada suhu dan tekanan yang tinggi dalam kehadiran asid fosforik, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sebagai mangkin untuk menghasilkan alkohol.



- Sebagai contoh, gas etena, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> mengalami tindak balas penambahan dengan stim pada suhu 300 °C, tekanan 60 atm dan dimangkinkan oleh asid fosforik, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> menghasilkan etanol, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH.

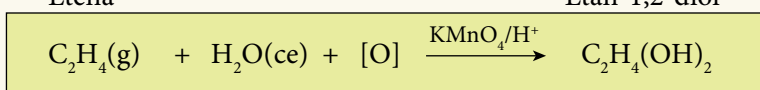
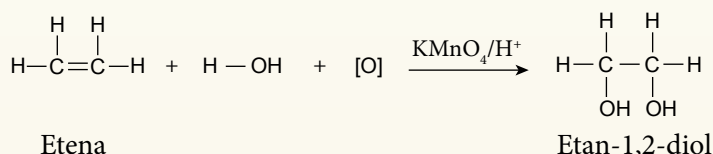


#### Tahukah anda?

Tindak balas penghidratan alkena ialah kaedah penyediaan alkohol dalam industri.

### 5. Pengoksidaan Menggunakan Larutan Kalium manganat (VII) berasid, KMnO<sub>4</sub>

- Alkena bertindak balas dengan larutan kalium manganat(VII) berasid, KMnO<sub>4</sub>.
  - Dalam tindak balas ini, dua kumpulan hidroksil, -OH ditambah kepada ikatan ganda dua.
  - Alkena menyahwarnakan warna ungu larutan kalium manganat(VII) berasid, KMnO<sub>4</sub>.
- Contoh:



### III. Tindak Balas Pempolimeran Penambahan

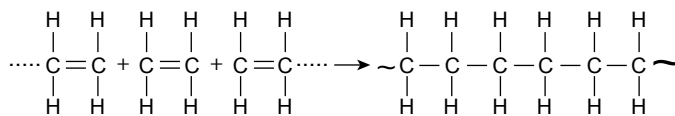
- Molekul alkena yang kecil mengalami tindak balas penambahan antara satu sama lain untuk membentuk molekul rantai panjang.
- Molekul-molekul alkena bergabung untuk membentuk molekul rantai panjang yang dipanggil polimer, manakala molekul-molekul alkena yang kecil ialah unit asas yang dipanggil monomer.
- Tindak balas monomer alkena yang menjadi polimer dipanggil pempolimeran penambahan.



**Polimer:** Pempolimeran penambahan di halaman 147.

Contoh:  
Etena,  $C_2H_4$  mengalami pempolimeran penambahan pada suhu  $200\text{ }^\circ\text{C}$  dan tekanan  $1200\text{ atm}$  untuk menghasilkan politena.

- Tindak balas ini diringkaskan pada Rajah 2.8.

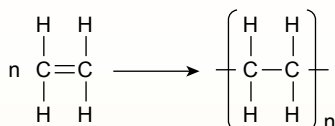


Monomer: Etena

Polimer: Politena

Rajah 2.8 Pempolimeran etena,  $C_2H_4$

- Secara umumnya, persamaan pempolimeran adalah seperti yang berikut:

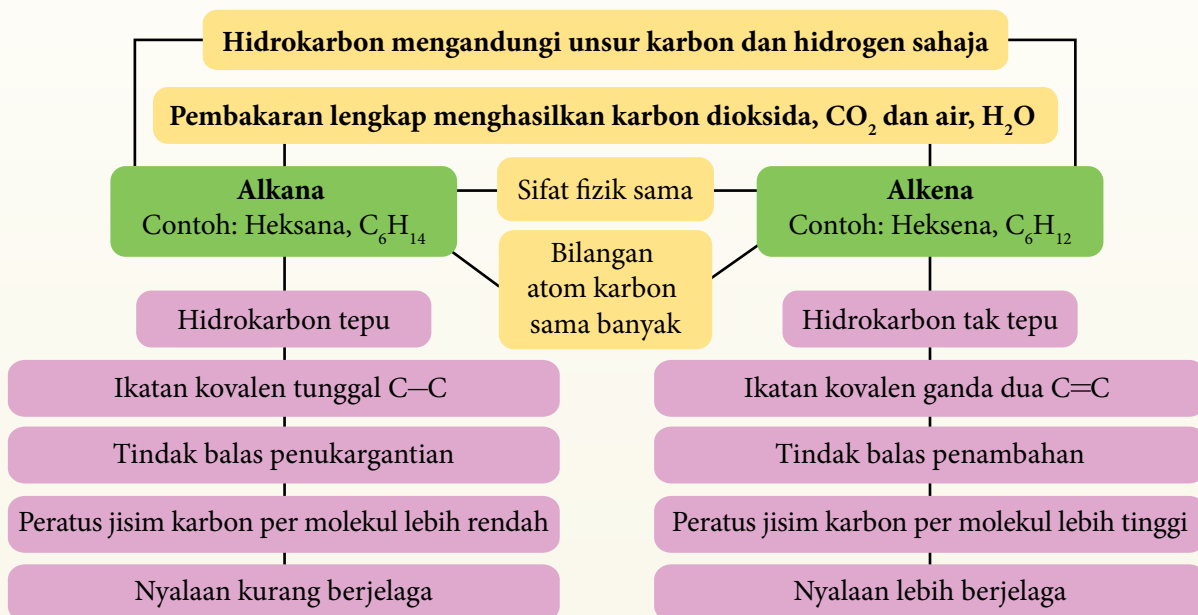


$n$  ialah sebarang nilai integer yang sangat besar.

**Cabaran Minda**

Banding dan beza etena dan politena dengan merujuk kepada formula struktur kedua-duanya.

### Perbandingan Antara Alkana dan Alkena





## Eksperimen 2A

### Membandingkan antara Alkana dan Alkena

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

#### A. Kejelagaan Nyalaan

**Tujuan:** Membandingkan heksana,  $C_6H_{14}$  dan heksena,  $C_6H_{12}$  dari segi kejelagaan nyalaan semasa pembakaran.

**Penyataan masalah:** Adakah alkana dan alkena terbakar dengan kuantiti jelaga yang sama?

**Hipotesis:** Heksena,  $C_6H_{12}$  terbakar dengan nyalaan lebih berjelaga berbanding heksana,  $C_6H_{14}$ .

#### Pemboleh ubah:

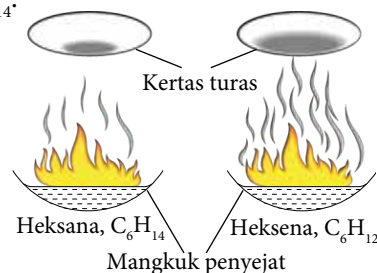
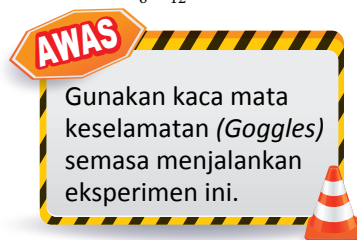
- Pemboleh ubah dimanipulasikan : Heksana,  $C_6H_{14}$  dan heksena,  $C_6H_{12}$ .
- Pemboleh ubah bergerak balas : Kejelagaan nyalaan.
- Pemboleh ubah dimalarkan : Isi padu heksana,  $C_6H_{14}$  dan heksena,  $C_6H_{12}$ .

**Bahan:** Heksana,  $C_6H_{14}$ , heksena,  $C_6H_{12}$ , kayu uji, mancis dan kertas turas.

**Radas:** Mangkuk penyejat dan silinder penyukat.

#### Prosedur:

- Masukkan  $2\text{ cm}^3$  heksana,  $C_6H_{14}$  ke dalam sebuah mangkuk penyejat.
- Gunakan kayu uji menyala untuk menyalakan heksana,  $C_6H_{14}$ .
- Semasa heksana,  $C_6H_{14}$  terbakar, letakkan sekeping kertas turas di atas nyalaan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.9.
- Ulangi langkah 1 hingga 3 menggunakan heksena,  $C_6H_{12}$  bagi menggantikan heksana,  $C_6H_{14}$ .
- Rekod pemerhatian anda berdasarkan kejelagaan nyalaan dan kuantiti jelaga terkumpul di atas kertas turas.



Rajah 2.9

#### B. Tindak Balas dengan Air bromin, $Br_2$

**Tujuan:** Membandingkan heksana,  $C_6H_{14}$  dan heksena,  $C_6H_{12}$  menggunakan air bromin,  $Br_2$ .

**Hipotesis:** Heksena,  $C_6H_{12}$  menyahwarnakan warna perang air bromin,  $Br_2$  manakala heksana,  $C_6H_{14}$  tidak menyahwarnakan warna perang air bromin,  $Br_2$ .

#### Pemboleh ubah:

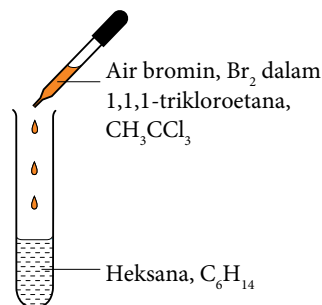
- Pemboleh ubah dimanipulasikan : Heksana,  $C_6H_{14}$  dan heksena,  $C_6H_{12}$
- Pemboleh ubah bergerak balas : Perubahan warna air bromin,  $Br_2$
- Pemboleh ubah dimalarkan : Isi padu heksana,  $C_6H_{14}$  dan heksena,  $C_6H_{12}$

**Bahan:** Heksana,  $C_6H_{14}$ , heksena,  $C_6H_{12}$ , air bromin,  $Br_2$  dalam 1,1,1-trikloroetana,  $CH_3CCl_3$

**Radas:** Tabung uji, silinder penyukat dan penitis

#### Prosedur:

- Masukkan  $2\text{ cm}^3$  heksana,  $C_6H_{14}$  ke dalam sebuah tabung uji.
- Tambah 2 – 3 titik air bromin,  $Br_2$  dalam 1,1,1-trikloroetana,  $CH_3CCl_3$  kepada heksana,  $C_6H_{14}$  seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.10.
- Goncangkan campuran.
- Rekodkan semua pemerhatian.
- Ulangi langkah 1 hingga 4 menggunakan heksena,  $C_6H_{12}$  bagi menggantikan heksana,  $C_6H_{14}$ .



Rajah 2.10

### C. Tindak Balas dengan Larutan Kalium manganat(VII) berasid, $\text{KMnO}_4$

**Tujuan:** Untuk membandingkan heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  dan heksena,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  menggunakan larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$ .

**Hipotesis:** Heksena,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  menyahwarnakan warna ungu larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$ , manakala heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  tidak menyahwarnakan warna ungu larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$ .

**Pemboleh ubah:**

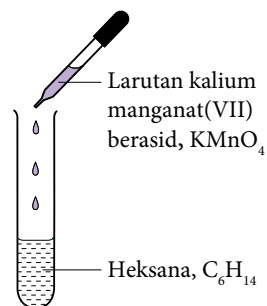
- (a) Pemboleh ubah dimanipulasikan : Heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  dan heksena,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .  
 (b) Pemboleh ubah bergerak balas : Perubahan warna larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$ .  
 (c) Pemboleh ubah dimalarkan : Isi padu heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  dan heksena,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .

**Bahan:** Heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ , heksena,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  dan larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$ .

**Radas:** Tabung uji, silinder penyukat dan penitis.

**Prosedur:**

- Masukkan  $2\text{ cm}^3$  heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  ke dalam sebuah tabung uji.
- Tambah 2 – 3 titik larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$  kepada heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.11.
- Goncangkan campuran.
- Rekodkan semua pemerhatian.
- Ulangi langkah 1 hingga 4 menggunakan heksena,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  bagi menggantikan heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ .



Rajah 2.11

**Pemerhatian:**

Bina jadual bersesuaian untuk merekod pemerhatian anda.

**Perbincangan:**

- Berdasarkan pemerhatian anda, bandingkan kejelagaan nyalaan heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  dan heksena,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .
  - Hitungkan peratus jisim karbon per molekul bagi heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  dan heksena,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .
  - Nyatakan hubungan antara peratus karbon mengikut jisim per molekul dalam heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  dan heksena,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  dengan kejelagaan nyalaan.
- Cadangkan dua reagen yang dapat digunakan untuk membezakan heksana dan heksena. Terangkan jawapan anda.
  - Terangkan perbezaan kereaktifan heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  dan heksena,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  dari segi ikatan kimia dalam molekul mereka.
- Apakah definisi secara operasi untuk hidrokarbon tak tepu dalam eksperimen ini?



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.

- Pembakaran alkena akan menghasilkan nyalaan yang lebih berjelaga berbanding alkana. Hal ini disebabkan peratus jisim karbon per molekul yang lebih tinggi dalam alkena berbanding alkana.

Contoh:

Hidrokarbon yang sepadan	Propana, $\text{C}_3\text{H}_8$	Propena, $\text{C}_3\text{H}_6$
Peratusan jisim karbon per molekul	$\%C = \frac{3(12)}{3(12) + 8(1)} \times 100\%$ $= 81.82\%$	$\%C = \frac{3(12)}{3(12) + 6(1)} \times 100\%$ $= 85.71\%$



- Pembakaran propena,  $C_3H_6$  lebih berjelaga daripada propana,  $C_3H_8$  kerana peratus jisim karbon per molekul dalam propena,  $C_3H_6$  lebih tinggi daripada propana,  $C_3H_8$ .
- Jelaga yang terbentuk ialah karbon. Apabila bilangan atom karbon per molekul hidrokarbon semakin bertambah, maka peratusan jisim karbon per molekul semakin tinggi dan nyalaan semakin berjelaga.
- Alkena bertindak balas dengan air bromin,  $Br_2$  dan larutan kalium manganat(VII) berasid,  $KMnO_4$ , manakala alkana tidak menunjukkan sebarang perubahan dengan kedua-dua reagen ini.
- Alkena lebih reaktif daripada alkana kerana kewujudan ikatan ganda dua pada molekul alkena. Tindak balas penambahan berlaku pada alkena tetapi tidak berlaku pada alkana.



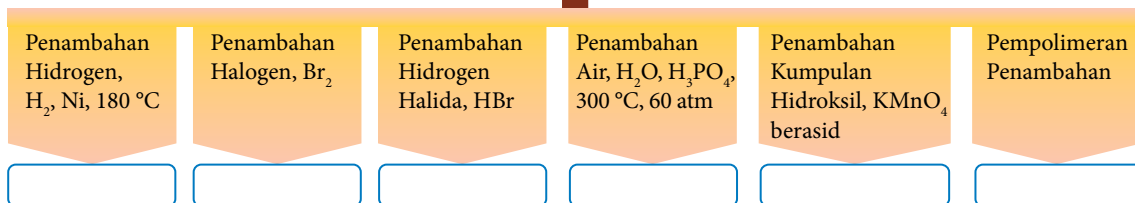
## AKTIVITI

21

PAK21

- Salin dan lengkapkan peta pokok dengan menulis persamaan kimia bagi setiap tindak balas penambahan yang berlaku ke atas etena,  $C_2H_4$ .

**Etena,  $C_2H_4$**



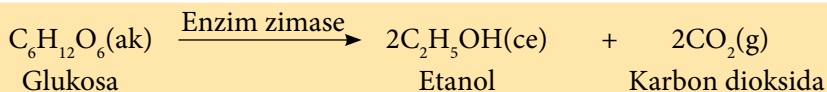
- Heksana,  $C_6H_{14}$  dan heksena  $C_6H_{12}$  merupakan cecair tidak berwarna.
  - Nyatakan perbezaan pemerhatian apabila kedua-dua cecair dibakar dalam oksigen berlebihan. Terangkan sebab berlakunya perbezaan tersebut.
  - Selain pembakaran, huraikan satu ujian kimia yang dapat dijalankan untuk membezakan kedua-dua cecair ini.

## Penyediaan Alkohol

- Etanol,  $C_2H_5OH$  ialah alkohol yang paling penting dan banyak kegunaannya.
- Dua kaedah penyediaan etanol:
  - Penapaian glukosa atau kanji dengan kehadiran yis.
  - Penghidratan etena,  $C_2H_4$  dengan kehadiran mangkin.

### Penapaian Glukosa

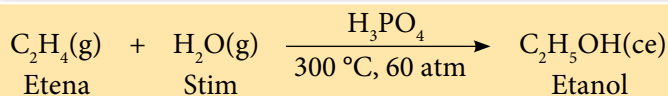
- Penapaian ialah proses yis bertindak ke atas karbohidrat (gula atau kanji) untuk menghasilkan etanol,  $C_2H_5OH$  dan karbon dioksida,  $CO_2$  dalam keadaan tanpa oksigen,  $O_2$ .
- Yis yang mengandungi enzim zimase bertindak sebagai mangkin yang memecahkan gula atau kanji kepada glukosa. Penapaian seterusnya ke atas glukosa menghasilkan etanol,  $C_2H_5OH$  serta karbon dioksida,  $CO_2$ .

**Persamaan kimia bagi penapaian:**

- Etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  yang dihasilkan ditulenkan secara penyulingan berperingkat.

**Penghidratan Etena**

- Etena,  $\text{C}_2\text{H}_4$  bertindak balas dengan stim ( $\text{H}_2\text{O}$ ) pada suhu  $300\text{ }^\circ\text{C}$  dan tekanan 60 atm dalam kehadiran asid fosforik,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  sebagai mangkin.

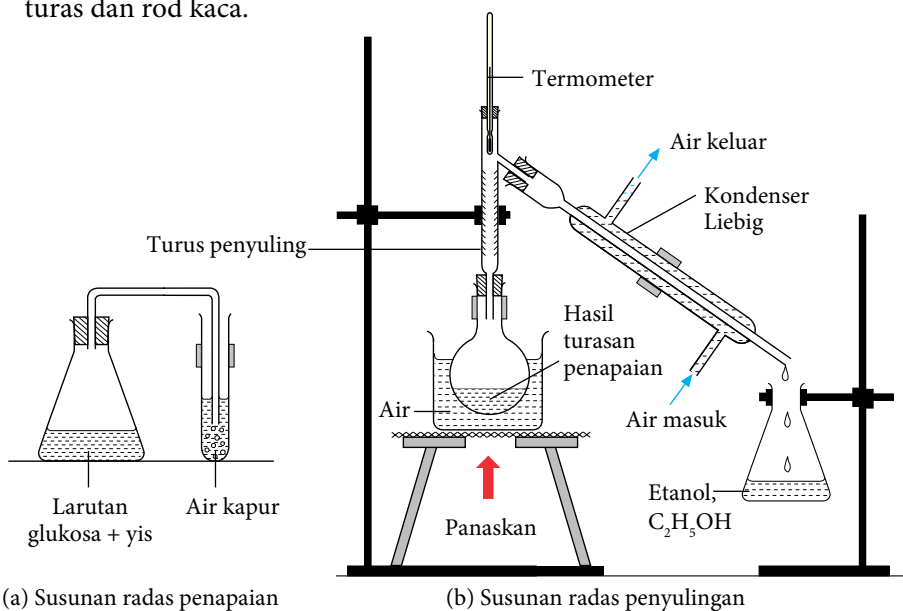
**Aktiviti Makmal 2B** Menyediakan Etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  melalui Penapaian Glukosa

**Tujuan:** Menyediakan etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  melalui penapaian glukosa.

**PAK 21** Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

**Bahan :** Glukosa,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , yis, air kapur, air suling dan kertas turas.

**Radas :** Kelalang kon, bikar, silinder penyukat, kelalang dasar bulat, penyumbat yang dipasangkan salur penghantar, tabung uji, termometer, turus penyuling, kondenser Liebig, kaki retort, kasa dawai, penunu Bunsen, tungku kaki tiga, salur getah, corong turas dan rod kaca.



Rajah 2.12 Penyediaan etanol melalui proses penapaian

**Prosedur:**

1. Masukkan 20 g glukosa,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  ke dalam  $200\text{ cm}^3$  air suling ke dalam kelalang kon.
2. Tambahkan 10 g yis ke dalam kelalang kon dan kacau campuran hingga sekata dengan rod kaca.
3. Tutup kelalang kon dengan salur kaca yang dipasangkan salur penghantar.

- Masukkan hujung salur penghantar ke dalam tabung uji seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.12. Pastikan hujung salur penghantar berada di dalam air kapur.
- Letakkan susunan radas pada suhu bilik (30 °C) selama tiga hari.
- Selepas tiga hari, campuran di dalam kelalang kon diturunkan.
- Hasil turasan dimasukkan ke dalam kelalang dasar bulat. Radas untuk penyulingan berperingkat disusun seperti Rajah 2.12.
- Panaskan hasil turasan dalam kukus air dan kumpulkan hasil penyulingan pada suhu 78 °C.
- Rekodkan warna dan bau hasil penyulingan yang dikumpul.

**Pemerhatian:**

Bina jadual yang bersesuaian untuk merekodkan pemerhatian anda.

**Perbincangan:**

- Apakah fungsi yis dalam penapaian glukosa,  $C_6H_{12}O_6$ ?
- Mengapakah hujung salur kaca mesti berada di dalam air kapur?
- Namakan gas yang terbebas dalam penapaian glukosa,  $C_6H_{12}O_6$ .
- Namakan hasil yang dikumpulkan dalam penyulingan berperingkat pada suhu 78 °C.
- Terangkan sebab etanol,  $C_2H_5OH$  daripada hasil turasan dapat diasingkan pada suhu 78 °C.
- Tulis persamaan kimia untuk penapaian glukosa,  $C_6H_{12}O_6$ .
- Penapaian untuk menghasikan etanol,  $C_2H_5OH$  juga boleh dijalankan menggunakan buah-buahan. Terangkan sebab.

**Keputusan:**

- Etanol,  $C_2H_5OH$  dapat disediakan melalui penapaian glukosa,  $C_6H_{12}O_6$ .
- Etanol,  $C_2H_5OH$  ialah cecair tanpa warna pada suhu bilik dan mudah meruap.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

## Sifat Kimia Alkohol

- Semua alkohol mempunyai sifat-sifat kimia yang sama kerana kehadiran kumpulan hidroksil,  $-OH$  sebagai kumpulan berfungsi. Tindak balas kimia yang penting bagi alkohol iaitu:
  - Pembakaran
  - Pengoksidaan
  - Pendehidratan

### Tindak Balas Pembakaran

- Alkohol terbakar dalam bekalan oksigen,  $O_2$  yang berlebihan untuk menghasilkan karbon dioksida,  $CO_2$  dan air,  $H_2O$ .
- Alkohol mudah terbakar dengan nyalaan biru dan tidak menghasilkan jelaga.

Contoh:



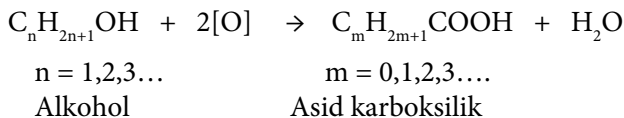
- Pembakaran etanol,  $C_2H_5OH$  membebaskan kuantiti haba yang banyak.
- Etanol,  $C_2H_5OH$  sesuai digunakan sebagai bahan api untuk roket.



- Alkana, alkena dan alkohol yang terbakar dengan lengkap dalam oksigen akan menghasilkan gas karbon dioksida dan air.
- Lakukan langkah yang sama seperti alkana dan alkena untuk menyeimbangkan persamaan pembakaran alkohol.

## Tindak Balas Pengoksidaan

- Alkohol dioksidakan untuk membentuk asid karboksilik, siri homolog dengan kumpulan berfungsi  $-\text{COOH}$  dengan kehadiran agen pengoksidaan yang sesuai.



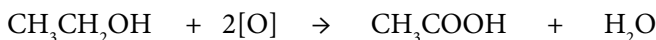
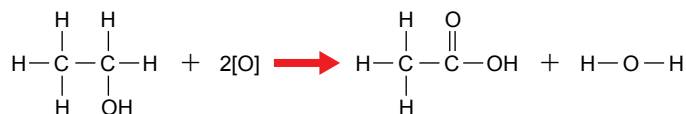
 **Link Topik**

**Redoks:**  
Redoks dari segi pemindahan oksigen atau hidrogen di halaman 4.

- Agan pengoksidaan yang biasa digunakan ialah larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$  atau larutan kalium dikromat(VI) berasid,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

Contoh :

(a) Pengoksidaan etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  oleh larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$ .



Persamaan tindak balas:



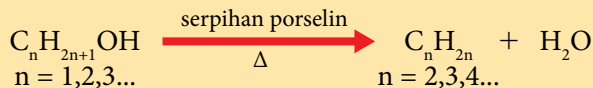
Warna ungu larutan kalium manganat(VII) berasid,  $\text{KMnO}_4$  dinyahwarnakan dalam tindak balas ini. Warna jingga larutan kalium dikromat(VI) berasid,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  menjadi hijau apabila bertindak balas dengan etanol. Dalam tindak balas ini, etanol juga dioksidakan kepada asid etanoik.

(b) Pengoksidaan propanol,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ .



## Tindak Balas Pendehidratan

- Pendehidratan alkohol melibatkan penyingkiran molekul air daripada setiap molekul alkohol untuk menghasilkan alkena yang sepadan.



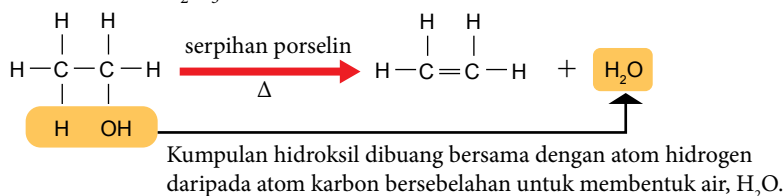
- Molekul air disingkirkan apabila wap alkohol dialirkan ke atas mangkin yang telah dipanaskan dengan kuat seperti serpihan porselin, aluminium oksida, alumina atau asid sulfurik pekat.

**Cabaran Minda**

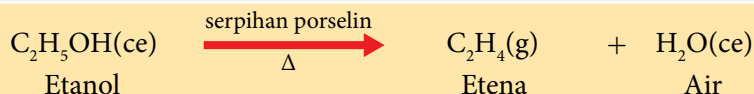
Metanol tidak dapat mengalami tindak balas dehidratan. Terangkan sebab.

Contoh:

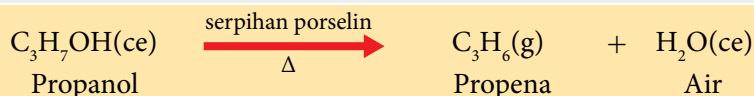
(a) Pendehidratan etanol,  $C_2H_5OH$ .



Persamaan tindak balas:



(b) Pendehidratan propanol,  $C_3H_7OH$ .



- Alkena yang terhasil daripada pendehidratan alkohol mempunyai ciri-ciri yang berikut;
  - terbakar dengan nyalaan kuning berjelaga,
  - menyahwarnakan warna perang air bromin,  $Br_2$  kepada tanpa warna, dan
  - menyahwarnakan warna ungu larutan kalium manganat(VII) berasid,  $KMnO_4$  kepada tanpa warna.

## Aktiviti Makmal 2C Sifat Kimia Etanol

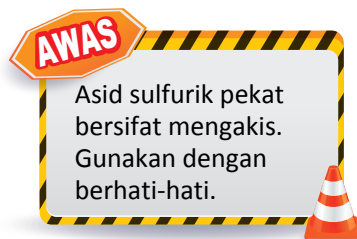
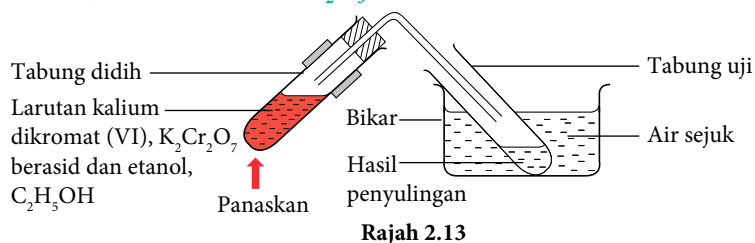
**Tujuan:** Mengkaji sifat kimia etanol,  $C_2H_5OH$ .

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

**Bahan :** Etanol,  $C_2H_5OH$ , serpihan porselin, wul kaca, larutan kalium dikromat(VI),  $K_2Cr_2O_7$ , larutan kalium manganat(VII),  $KMnO_4$ , asid sulfurik pekat,  $H_2SO_4$ , kertas litmus biru dan air bromin,  $Br_2$ .

**Radas :** Tabung uji, tabung didih, penyumbat dengan salur penghantar, kaki retort, pemegang tabung uji, penunu Bunsen, silinder penyukat, penitis dan bikar.

### A. Pengoksidaan etanol, $C_2H_5OH$



**Prosedur:**

- Masukkan  $5 \text{ cm}^3$  larutan kalium dikromat(VI),  $K_2Cr_2O_7$  ke dalam tabung didih.
- Tambahkan 10 titis asid sulfurik pekat,  $H_2SO_4$ .
- Panaskan larutan dengan perlahan.
- Tambahkan  $3 \text{ cm}^3$  etanol,  $C_2H_5OH$  titis demi titis ke dalam tabung didih.
- Tutup tabung didih dengan salur penghantar seperti Rajah 2.13. Panaskan campuran dengan perlahan sehingga mendidih.



- Kumpulkan hasil penyulingan di dalam tabung uji dan uji dengan kertas litmus biru.
- Ulangi langkah 1 hingga 6 dengan menggantikan larutan kalium dikromat(VI),  $K_2Cr_2O_7$  dengan larutan kalium manganat(VII),  $KMnO_4$ .

**Pemerhatian:**

Ujian ke atas hasil sulingan	Pemerhatian
Perubahan warna larutan kalium dikromat(VI), $K_2Cr_2O_7$	
Perubahan warna larutan kalium manganat(VII), $KMnO_4$	
Warna hasil penyulingan	
Bau hasil penyulingan	
Kesan ke atas litmus biru	

**Perbincangan:**

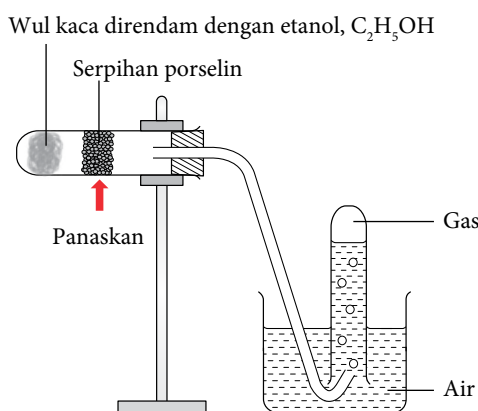
- Apakah hasil yang terbentuk dalam tindak balas pengoksidaan etanol,  $C_2H_5OH$ ?
- Namakan agen pengoksidaan yang digunakan dalam eksperimen ini.
- Tulis persamaan kimia tindak balas yang berlaku.
- Apakah sifat bagi hasil pengoksidaan alkohol?

**Kesimpulan:**

Pengoksidaan etanol,  $C_2H_5OH$  menghasilkan asid etanoik,  $CH_3COOH$ .

**B. Pendehidran Etanol,  $C_2H_5OH$** **Prosedur:**

- Masukkan wul kaca di dalam tabung didih.
- Tuangkan  $2\text{ cm}^3$  etanol,  $C_2H_5OH$  ke dalam tabung didih untuk membasahkan wul kaca.
- Letakkan serpihan porselin di bahagian tengah tabung didih seperti dalam Rajah 2.14.
- Panaskan serpihan porselin dengan kuat. Panaskan wul kaca dengan perlahan sehingga etanol,  $C_2H_5OH$  meruap dan wapnya dilalukan melalui serpihan porselin yang dipanaskan.
- Kumpulkan gas yang dibebaskan di dalam dua tabung uji seperti Rajah 2.14.
- (i) Beberapa titis air bromin,  $Br_2$  ditambah ke dalam tabung uji pertama dan digoncang.  
(ii) Beberapa titis larutan kalium manganat(VII) berasid,  $KMnO_4$  ditambah ke dalam tabung uji kedua dan digoncang.



Rajah 2.14

**Pemerhatian:**

Bahan uji	Pemerhatian
Air bromin, $Br_2$	
Larutan kalium manganat(VII) berasid, $KMnO_4$	

**Perbincangan:**

- Namakan gas yang terbebas apabila etanol,  $C_2H_5OH$  mengalami pendehidran.
- Nyatakan fungsi serpihan porselin.
- Tulis persamaan kimia bagi pendehidran etanol,  $C_2H_5OH$ .

**Kesimpulan:**

Etanol,  $C_2H_5OH$  mengalami pendehidran menghasilkan etena,  $C_2H_4$ .



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

## Sifat Kimia Ahli Siri Homolog Alkohol yang Lain

- Semua ahli siri homolog alkohol mempunyai kumpulan berfungsi hidroksil  $-OH$  yang sama seperti etanol,  $C_2H_5OH$ .
- Oleh itu, ahli yang lain dalam siri homolog juga mengalami pembakaran, pengoksidaan dan pendehidratan.



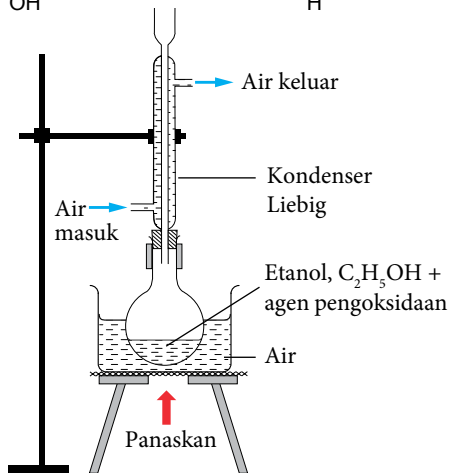
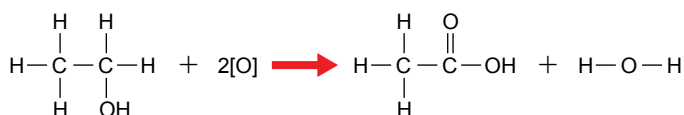
### AKTIVITI 2J

Tulis persamaan lengkap bagi tindak balas alkohol yang berikut.

1. Pembakaran lengkap di dalam oksigen:
  - (a) Metanol.
  - (b) Propanol.
2. Pengoksidaan oleh agen pengoksidaan kalium manganat(VII) berasid:
  - (a) Butanol.
  - (b) Pentanol.
3. Pendehidratan oleh serpihan porselin sebagai mangkin:
  - (a) Butanol.
  - (b) Pentanol.

## Sifat Kimia Asid Karboksilik

- Asid karboksilik dapat disediakan melalui pengoksidaan alkohol.
- Asid etanoik,  $CH_3COOH$  disediakan melalui tindak balas pengoksidaan etanol,  $C_2H_5OH$  oleh agen pengoksidaan seperti larutan kalium manganat(VII) berasid,  $KMnO_4$  atau larutan kalium dikromat(VI) berasid,  $K_2Cr_2O_7$  secara refluks seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.15.



Rajah 2.15 Tindak balas pengoksidaan etanol oleh agen pengoksidaan secara refluks



**Link Topik** **Sebatian Karbon:** Pengoksidaan alkohol di halaman 91.

### Tahukah anda?

- Kaedah refluks adalah untuk memastikan etanol bertindak balas lengkap dengan agen pengoksidaan.
- Kondenser Liebig dipasang menegak di atas kelalang dasar bulat mengkondensasikan wap etanol kepada cecair etanol. Cecair etanol mengalir semula ke dalam kelalang dasar bulat untuk bertindak balas lengkap dengan agen pengoksidaan.

- Sifat kimia asid karboksilik dipelajari melalui tindak balas kimia asid etanoik,  $CH_3COOH$ .
- Sifat kimia asid karboksilik ditentukan oleh kumpulan berfungsi karboksil,  $-COOH$
- Dua tindak balas kimia penting asid karboksilik:
  - (i) Tindak balas sebagai asid.
  - (ii) Tindak balas dengan alkohol.

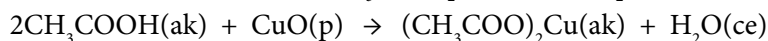


**Link Topik** **Kimia Tingkatan 4:** Sifat Kimia Asid

## I. Tindak Balas Kimia Asid Etanoik, CH<sub>3</sub>COOH

### (a) Asid karboksilik + Bes → Garam karboksilat + Air

Sebagai contoh, tindak balas antara asid etanoik, CH<sub>3</sub>COOH dengan kuprum(II) oksida, CuO akan menghasilkan kuprum(II) etanoat, (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Cu dan air, H<sub>2</sub>O.



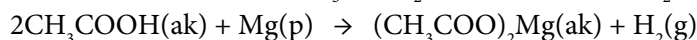
### (b) Asid karboksilik + Logam karbonat → Garam karboksilat + Air + Karbon dioksida

Sebagai contoh, tindak balas antara asid etanoik, CH<sub>3</sub>COOH dengan natrium karbonat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> akan menghasilkan natrium etanoat, CH<sub>3</sub>COONa, karbon dioksida, CO<sub>2</sub> dan air, H<sub>2</sub>O.



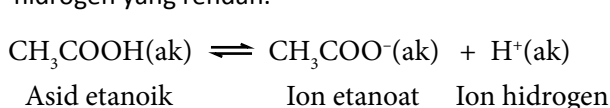
### (c) Asid karboksilik + Logam → Garam karboksilat + Hidrogen

Sebagai contoh, tindak balas antara asid etanoik, CH<sub>3</sub>COOH dengan logam magnesium, Mg akan menghasilkan magnesium etanoat, (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Mg dan hidrogen, H<sub>2</sub>.

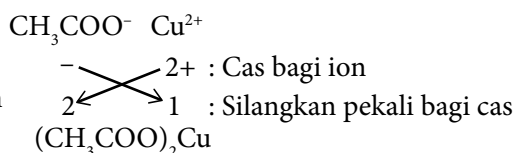


### Tahukah anda?

- Asid etanoik ialah asid lemah mengion separa di dalam air menghasilkan kepekatan ion hidrogen yang rendah.

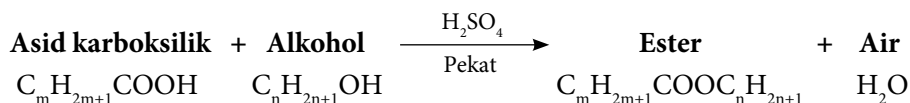


- Membina formula kuprum(II) etanoat:



## II. Tindak Balas dengan Alkohol

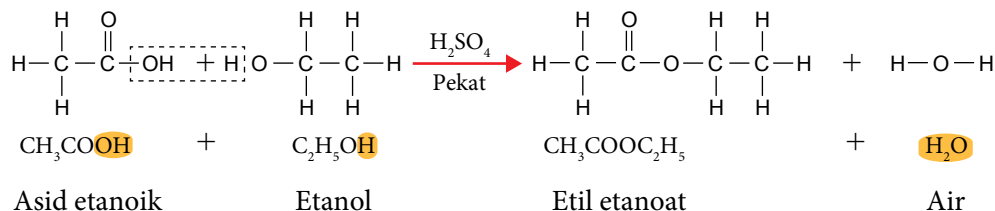
- Asid karboksilik bertindak balas dengan alkohol untuk menghasilkan ester dan air.



- Tindak balas ini dipanggil sebagai pengesteran dengan kehadiran asid sulfurik pekat, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebagai mangkin.

Contoh:

Apabila campuran asid etanoik glasial, CH<sub>3</sub>COOH, etanol, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH dan beberapa titis asid sulfurik pekat, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dipanaskan, ester yang bernama etil etanoat, CH<sub>3</sub>COOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub> terbentuk.



- Etil etanoat,  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  ialah cecair tanpa warna yang mempunyai bau manis buah-buahan dan tidak larut di dalam air. Etil etanoat,  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  terapung membentuk satu lapisan pada permukaan air.
- Asid sulfurik pekat,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ialah mangkin dalam tindak balas pengesteran.



### Link Topik

**Sebatian Karbon:**  
Ester di halaman 97.

### Tahukah anda?



- Penyingkiran air berlaku pada kumpulan berfungsi karboksil,  $-\text{COOH}$  dalam asid karboksilik dan hidroksil,  $-\text{OH}$  dalam alkohol.
- Molekul air ( $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ ) terbentuk daripada  $-\text{OH}$  yang disingkirkan daripada asid karboksilik dan  $-\text{H}$  yang disingkirkan daripada alkohol.

### Sifat Kimia Ahli Siri Homolog Asid Karboksilik yang Lain

- Semua ahli siri homolog asid karboksilik mempunyai kumpulan berfungsi yang sama dengan asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , iaitu karboksil,  $-\text{COOH}$ .
- Oleh itu, asid karboksilik yang lain menunjukkan sifat kimia yang sama dengan asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

### Aktiviti Makmal 2D

#### Sifat Kimia Asid Etanoik, $\text{CH}_3\text{COOH}$

**Tujuan:** Mengkaji sifat kimia asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .



**Penyataan masalah:** Adakah asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dapat bertindak balas dengan logam, logam oksida dan logam karbonat?

**Bahan:** Asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1 mol  $\text{dm}^{-3}$ , pita magnesium, Mg, serbuk natrium karbonat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , serbuk kuprum(II) oksida,  $\text{CuO}$  dan air kapur.

**Radas:** Rak tabung uji, salur penghantar dengan penyumbat, penunu Bunsen, pemegang tabung uji, tabung didih, kayu uji dan rod kaca.

**Prosedur:** Dengan menggunakan radas dan bahan yang dibekalkan, rancangkan satu eksperimen untuk menyiasat tindak balas asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan logam, karbonat logam dan logam oksida.

**Keputusan:** Rekodkan semua pemerhatian dalam satu jadual.

**Perbincangan:**



### Link Topik

**Kimia tingkatan 4:**  
Sifat Kimia Asid

- Namakan gas yang terbebas apabila asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  bertindak balas dengan natrium karbonat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan magnesium, Mg.
- Namakan garam yang terhasil apabila asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  bertindak balas dengan:
  - Magnesium, Mg.
  - Natrium karbonat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
  - Kuprum(II) oksida,  $\text{CuO}$ .
- Tulis persamaan kimia bagi tindak balas antara asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan:
  - Magnesium, Mg.
  - Natrium karbonat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
  - Kuprum(II) oksida,  $\text{CuO}$ .

**Kesimpulan:** Nyatakan kesimpulan bagi eksperimen yang telah anda jalankan.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

## Ester

- Berdasarkan Rajah 2.16, apakah yang anda faham tentang ester?

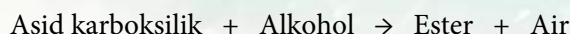
Cikgu, saya makan aiskrim berperisa strawberi. Pada bungkusan aiskrim ada kandungan "perisa strawberi". Adakah perisa strawberi itu strawberi sebenar?

Perisa strawberi bukan strawberi sebenar. Perisa itu ialah etil heksanoat, ahli siri homolog ester yang dapat disediakan secara tindak balas kima.



Rajah 2.16 Memahami ester

- Ester terhasil apabila asid karboksilik bertindak balas dengan alkohol seperti yang telah dipelajari dalam sifat kimia alkohol:



**Bukan Hidrokarbon**

Mengandungi atom karbon, hidrogen dan oksigen.

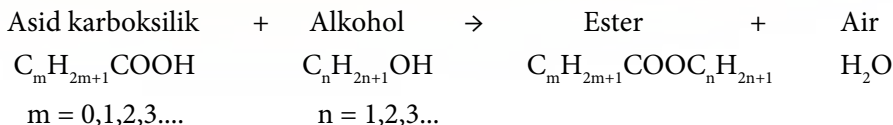
**Kumpulan Berfungsi**

Karboksilat,  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{O}- \end{array}$

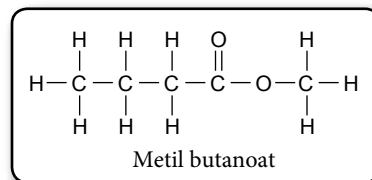
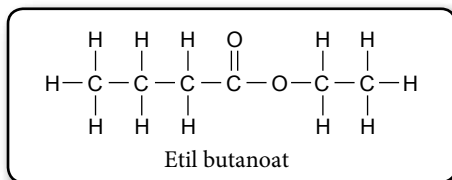
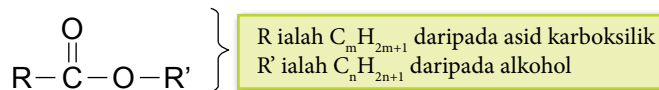
**Formula Am**

$\text{C}_m\text{H}_{2m+1}\text{COOC}_n\text{H}_{2n+1}$   
 $m = 0, 1, 2, 3, \dots$   $n = 1, 2, 3, \dots$

- Formula am ester dapat diterbitkan dengan penggabungan sebahagian dari formula molekul alkohol dan sebahagian dari formula molekul asid karboksilik dengan penyingkiran satu molekul air.

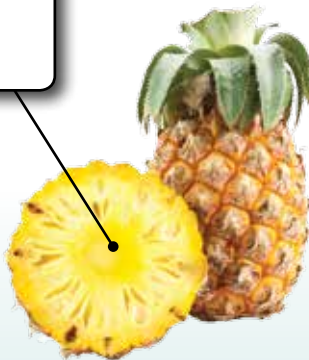


- Formula am ester juga dapat ditulis sebagai:



### Tahukah anda?

Kebanyakan bau wangi pada bunga dan buah-buahan disebabkan ester.

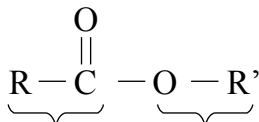


Gambar foto 2.8 Contoh formula struktur ester yang terdapat pada buah-buahan



## Penamaan Ester

- Penamaan ester berasal daripada bahagian alkohol dan bahagian asid karboksilik.



### Bahagian kedua:

Diterbitkan daripada asid karboksilik, nama berakhir dengan "oat".

### Bahagian pertama:

Diterbitkan daripada alkohol, nama berakhir dengan "il".

Bahagian pertama } Daripada alkohol, iaitu "ol" diganti dengan "il".

Bahagian kedua } Daripada asid karboksilik, iaitu "oik" diganti dengan "oat".

Contoh:

Penamaan bahagian pertama	Penamaan bahagian kedua	Nama ester
Metanol ⇒ Metil	Asid metanoik ⇒ metanoat	Metil metanoat
Etanol ⇒ Etil	Asid etanoik ⇒ etanoat	Etil etanoat
Propanol ⇒ Propil	Asid propanoik ⇒ propanoat	Propil propanoat

- Jadual 2.14 menunjukkan contoh langkah-langkah penamaan ester serta penulisan persamaan tindak balas pengesteran.

Contoh 1:

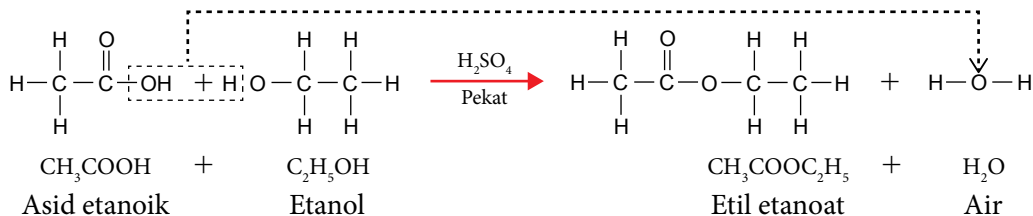
**Jadual 2.14** Langkah menentukan nama ester etil metanoat dan menulis persamaan seimbang tindak balas pengesteran

<b>Formula molekul</b>	HCOOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	
<b>Formula struktur</b>	$\begin{array}{c} \text{O} & & \text{H} & \text{H} \\ \parallel & &   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & &   &   \\ & & \text{H} & \text{H} \end{array}$	
<b>Nama ester</b>	Etil	metanoat
	Dari etanol	Dari asid metanoik
<b>Ester terhasil daripada</b>	HCOOH Asid metanoik	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH Etanol
<b>Persamaan pengesteran</b>	HCOOH + C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH → HCOOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> + H <sub>2</sub> O	

- Singkirkan kumpulan —OH daripada asid karboksilik, HCOOH.
- Singkirkan atom H daripada kumpulan hidroksil alkohol, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH.
- Gabungkan kedua-dua bahagian yang tinggal dengan membentuk rangkaian ester —COO—.

Contoh 2:

Tindak balas pengesteran antara asid etanoik, CH<sub>3</sub>COOH dengan etanol, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH dapat membentuk etil etanoat, CH<sub>3</sub>COOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub> dengan kehadiran asid sulfurik pekat, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebagai mangkin.





## AKTIVITI 2K

Tulis formula molekul dan formula struktur komponen alkohol dan asid karboksilik bagi ester-ester yang berikut. Seterusnya, lukis formula struktur setiap ester yang tersebut.

- (i) Metil metanoat                      (ii) Etil propanoat                      (iii) Propil etanoat

### Sifat Fizik Ester

- Sifat fizik ester ditunjukkan dalam peta buih pada Rajah 2.17.



Rajah 2.17 Sifat fizik ester

## Aktiviti Makmal 2E

### Tindak Balas Asid Etanoik dengan Etanol

**Tujuan:** Mengkaji tindak balas asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

**Bahan :** Asid etanoik glasial,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , etanol mutlak,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan asid sulfurik pekat,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

**Radas :** Bikar, penunu Bunsen, pemegang tabung uji, tabung didih, penitis, rod kaca dan silinder penyukat.

#### Prosedur:

- Masukkan sebanyak  $2 \text{ cm}^3$  asid etanoik glasial,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ke dalam tabung didih.
- Tambah  $4 \text{ cm}^3$  etanol mutlak,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ke dalam asid etanoik glasial,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
- Tambah lima titis asid sulfurik pekat,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pada campuran dengan penitis dan goncang tabung didih seperti dalam Rajah 2.18.
- Panaskan campuran dengan perlahan dengan nyalaan kecil sehingga mendidih selama dua hingga tiga minit.
- Tuang kandungan tabung didih ke dalam bikar yang berisi air separuh penuh.
- Rekodkan bau, warna dan keterlarutan hasil.

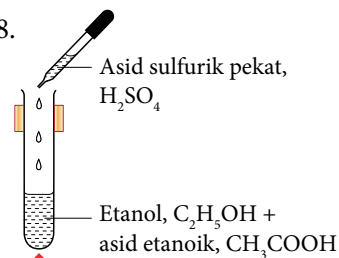
#### Pemerhatian:

Ujian	Pemerhatian
Warna	
Bau	
Keterlarutan	

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

**AWAS**

- Asid pekat mengakis.
- Jangan panaskan campuran dengan kuat kerana etanol mudah terbakar.



Panaskan

Rajah 2.18

**Perbincangan:**

1. Namakan tindak balas yang berlaku antara asid etanoik glacial,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .
2. Namakan hasil tindak balas yang terbentuk.
3. Bandingkan ketumpatan hasil yang terbentuk dengan air.
4. Apakah fungsi asid sulfurik pekat,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?
5. Tulis persamaan bagi tindak balas antara asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .

**Kesimpulan:**

Asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  bertindak balas dengan etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  menghasilkan ester dan air.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

**Uji Diri 2.3**

1. Jadual 2.15 menunjukkan beberapa sebatian karbon dan formula molekul masing-masing.

Jadual 2.15

Sebatian	P	Q	R	T
Formula molekul	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{C}_3\text{H}_6$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{COOH}$

- (i) Bandingkan dan beza kejelagaan nyalaan sebatian P dan sebatian Q apabila terbakar dalam oksigen yang berlebihan. Terangkan jawapan anda. [Jisim atom relatif: C = 12, H = 1]
- (ii) Jadual 2.16 menunjukkan keputusan eksperimen apabila sebatian P dan sebatian Q digoncang di dalam air bromin di dalam tabung uji.

Jadual 2.16

Sebatian	Pemerhatian
P	Warna perang air bromin tidak berubah.
Q	Warna perang air bromin dinyahwarnakan.

Berdasarkan Jadual 2.16, terangkan perbezaan dalam pemerhatian.

- (b) 2.3 g sebatian R terbakar dengan lengkap dalam oksigen berlebihan untuk menghasilkan gas karbon dioksida dan air. Tuliskan persamaan kimia bagi tindak balas tersebut dan tentukan isipadu gas karbon dioksida yang terhasil. [Jisim molar R =  $46 \text{ g mol}^{-1}$ , isipadu molar gas pada keadaan bilik =  $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ]
- (c) Nyatakan dua sebatian daripada Jadual 2.15 yang bertindak balas untuk menghasilkan ester. Namakan dan lukiskan formula struktur bagi ester yang terbentuk.
- (d) Asid X digunakan sebagai mangkin semasa tindak balas pengesteran. Apabila asid X yang pekat tertumpah ke atas lantai marmar maka gelembung gas akan terhasil. Namakan asid X dan tuliskan persamaan kimia bagi tindak balas tersebut.

## 2.4 ISOMER DAN PENAMAAN MENGIKUT IUPAC

### Apakah yang dimaksudkan dengan keisomeran struktur?

- Keisomeran struktur ialah fenomena suatu sebatian yang mempunyai formula molekul sama tetapi dua atau lebih formula struktur yang berbeza.

Isomer ialah molekul yang mempunyai formula molekul yang sama tetapi formula struktur yang berbeza.

- Keisomeran struktur dapat berlaku dengan beberapa cara:
  - Keisomeran rantai**  
Isomer-isomer mempunyai susunan rantai karbon yang berbeza, iaitu rantai lurus atau rantai bercabang.
  - Keisomeran kedudukan**  
Isomer-isomer ini mempunyai kedudukan kumpulan berfungsi yang berbeza pada rantai karbon yang sama.
- Rajah 2.19 menunjukkan contoh keisomeran struktur pada butana,  $C_4H_{10}$  dan butena,  $C_4H_8$ .

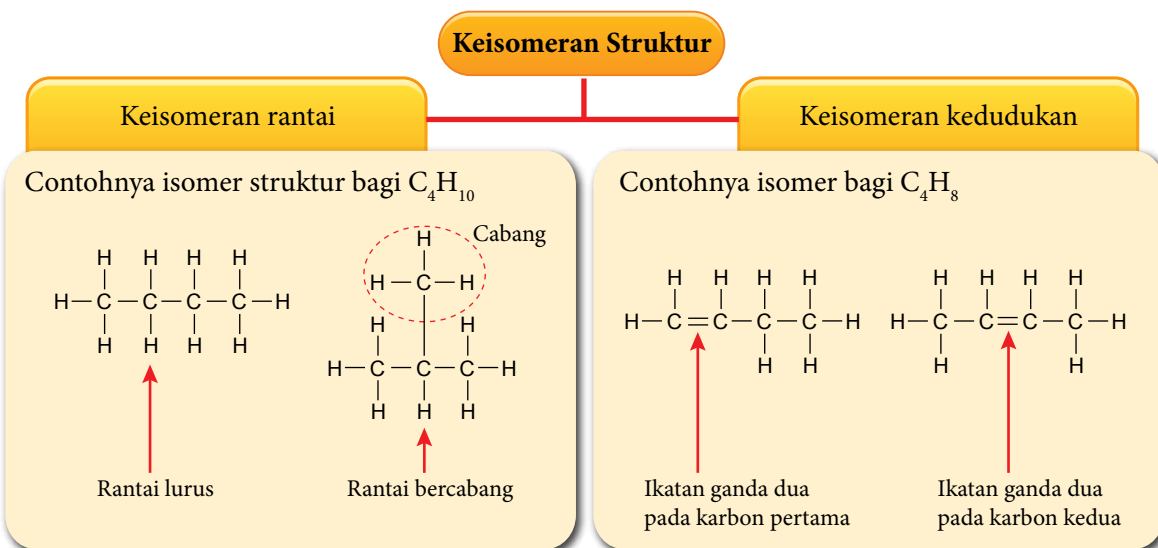
### Standard Pembelajaran

#### Murid boleh:

- 2.4.1 Memerihalkan keisomeran struktur.
- 2.4.2 Membina struktur isomer.
- 2.4.3 Menjelaskan dengan contoh kegunaan setiap siri homolog dalam kehidupan harian.

### Tahukah anda?

Keisomeran kumpulan berfungsi juga merupakan sejenis keisomeran struktur. Keisomeran struktur jenis ini akan dipelajari pada peringkat yang lebih tinggi.



Rajah 2.19 Contoh keisomeran struktur

- Isomer-isomer menunjukkan:
  - Sifat kimia yang sama kerana setiap isomer mempunyai kumpulan berfungsi yang sama
  - Sifat fizik seperti takat lebur dan takat didih adalah berbeza. Semakin banyak cabang, semakin rendah takat lebur dan takat didih.
- Secara umumnya, bilangan isomer suatu molekul semakin bertambah dengan pertambahan bilangan atom karbon dalam molekulnya.

### INFO

- Isomer bagi alkana terbentuk secara isomer rantai sahaja.
- Isomer-isomer bagi alkena, alkuna dan alkohol terbentuk secara isomer rantai dan isomer kedudukan.

### Langkah-langkah Melukis Isomer

1. Bagi melukis isomer untuk alkana, mulakan dengan menyambung atom karbon dalam bentuk rantai lurus diikuti dengan rantai bercabang.
2. Bagi melukis isomer untuk alkena dan alkuna:
  - (i) Mulakan dengan formula struktur rantai lurus dan tukar kedudukan ikatan ganda dua atau ikatan ganda tiga pada kedudukan karbon yang berbeza.
  - (ii) Seterusnya, lukis formula struktur dengan rantai bercabang daripada setiap rantai lurus yang mempunyai kedudukan ikatan ganda dua atau ganda tiga yang berbeza.



### AKTIVITI 2L

PAK21

1. Jalankan aktiviti secara berkumpulan.
2. Imbas kod QR untuk menjalankan aktiviti membina isomer alkana, alkena dan alkuna.



**Membina Isomer**

<https://bit.ly/kpkt5n6>

Portal Kimia



**Isomer Struktur dan Penamaan IUPAC bagi Alkana**

<https://bit.ly/kpkt5v25>



**Isomer Struktur dan Penamaan IUPAC bagi Alkena**

<https://bit.ly/kpkt5v26>

### Penamaan Isomer Mengikut Sistem Penamaan IUPAC

- Terdapat tiga bahagian dalam penamaan isomer:
  - (a) Imbuan yang menunjukkan kumpulan cabang, iaitu kumpulan alkil dengan formula am  $C_nH_{2n+1}$  yang tercantum pada rantai karbon terpanjang.

Contoh:

Formula molekul dan formula struktur kumpulan alkil	$-CH_3$ <pre>       H         H - C -               H           </pre>	$-C_2H_5$ <pre>       H   H             H - C - C -                   H   H           </pre>	$-C_3H_7$ <pre>       H   H   H                 H - C - C - C -                       H   H   H           </pre>
Nama kumpulan alkil	Metil	Etil	Propil

- (b) Nama induk yang menunjukkan bilangan atom karbon dalam rantai karbon terpanjang.
- (c) Akhiran yang menunjukkan siri homolog.

Contoh:

Siri homolog	Alkana	Alkena	Alkuna	Alkohol
Akhiran	'ana'	'ena'	'una'	'ol'

**Cabaran Minda**

Apakah kebaikan mematuhi satu sistem yang sama dalam penamaan sebatian organik?

- **Langkah penulisan** nama isomer rantai bercabang adalah seperti yang berikut:

Turutan penulisan nama	<b>Imbuan</b> → <b>Nama induk</b> → <b>Akhiran</b>
Cara penulisan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imbuan dan nama induk "ditulis rapat"</li> <li>• Nombor dan nama, tulis " - "</li> <li>• Nombor dan nombor, tulis " , "</li> </ul>



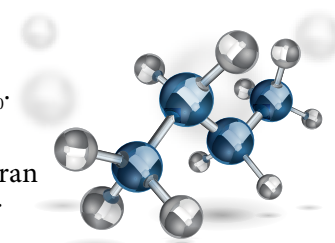
## Langkah-langkah Penamaan Isomer Mengikut Sistem Penamaan IUPAC

Langkah	Contoh isomer alkana	Contoh isomer alkena
1. Kenal pasti dan namakan rantai karbon terpanjang atau rantai karbon terpanjang yang mengandungi kumpulan berfungsi untuk alkana.		
⇒ Nama induk diperoleh	Rantai karbon terpanjang: 3 karbon Nama induk: Propana	Rantai karbon terpanjang: 4 karbon Nama induk: Butena
2. Kenal pasti cabang dan kumpulan berfungsi.		
3. Nomborkan atom karbon pada rantai terpanjang dari satu hujung supaya: <ul style="list-style-type: none"> <li>Cabang mendapat nombor terendah untuk alkana.</li> <li>Kumpulan berfungsi mendapat nombor terendah untuk alkena.</li> </ul>		
4. Nyatakan kedudukan dan nama cabang serta kumpulan berfungsi.	Cabang ialah: <ul style="list-style-type: none"> <li>Dua kumpulan metil.</li> <li>Kedua-dua kumpulan metil pada karbon nombor 2.</li> </ul>	Cabang ialah: <ul style="list-style-type: none"> <li>Satu kumpulan metil pada karbon nombor 3.</li> </ul>
⇒ Imbuan diperoleh daripada nama dan kedudukan cabang.	<b>Imbuan:</b> 2,2-dimetil	<b>Imbuan:</b> 3-metil
⇒ Akhiran diperoleh daripada siri homolog.	Siri homolog ialah alkana. <b>Akhiran:</b> ana	Siri homolog ialah alkena. <b>Akhiran:</b> -1-ena (Ikatan ganda dua pada karbon pertama)
Namakan isomer mengikut langkah penulisan.	2,2-dimetilpropana	3-metilbut-1-ena

Langkah	Contoh isomer alkuna	Contoh isomer alkohol
1. Kenal pasti dan namakan rantai karbon terpanjang yang mengandungi kumpulan berfungsi.		
⇒ Nama induk diperoleh	Rantai karbon terpanjang: 4 karbon Nama induk: Butuna	Rantai karbon terpanjang: 3 karbon Nama induk: Propanol
2. Kenal pasti cabang dan kumpulan berfungsi.		
3. Nomborkan atom karbon pada rantai terpanjang dari satu hujung supaya kumpulan berfungsi mendapat nombor terendah.		
4. Nyatakan kedudukan dan nama cabang dan kumpulan berfungsi.	Cabang ialah: <ul style="list-style-type: none"> <li>Satu kumpulan metil pada karbon nombor 3.</li> </ul>	Cabang ialah: <ul style="list-style-type: none"> <li>Satu kumpulan metil pada karbon nombor 2.</li> </ul>
⇒ Imbuhan diperoleh daripada nama dan kedudukan cabang.	<b>Imbuhan:</b> 3-metil	<b>Imbuhan:</b> 2-metil
⇒ Akhiran diperoleh daripada siri homolog.	Siri homolog ialah alkuna. <b>Akhiran:</b> -1-una (Ikatan ganda tiga pada karbon pertama)	Siri homolog ialah alkohol. <b>Akhiran:</b> -2-ol (Kumpulan hidroksil pada karbon kedua)
Namakan isomer mengikut langkah penulisan.	3-metilbut-1-una	2-metilpropan-2-ol

### Isomer-isomer bagi Alkana, Alkena dan Alkuna

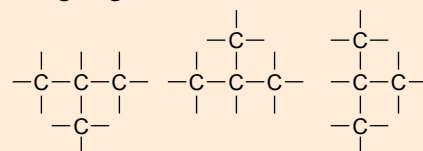
- Rajah 2.20 menunjukkan model salah satu molekul untuk isomer butana,  $C_4H_{10}$ .
- Mari jalankan Aktiviti 2M bagi meningkatkan kemahiran anda dalam melukis isomer dan penamaan mengikut sistem IUPAC.



Rajah 2.20 Model molekul untuk isomer butana,  $C_4H_{10}$

### Cabaran Minda

Molekul dapat diputarkan. Adakah ketiga-tiga struktur ini berbeza?



## AKTIVITI 2M

Jalankan aktiviti ini dalam kumpulan.

- Lukis isomer dan namakan mengikut sistem penamaan IUPAC bagi siri homolog alkana, alkena dan alkuna yang mempunyai 4 dan 5 atom karbon.
- Kongsikan hasil dapatan melalui aktiviti *Gallery Walk*.

Portal Kimia

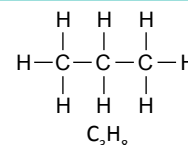
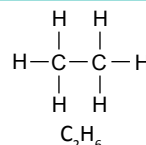
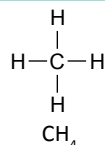


Isomer Alkana, Alkena dan Alkuna  
<https://bit.ly/kpkt5n7>

PAK21

### INFO

- Metana,  $\text{CH}_4$ , etana,  $\text{C}_2\text{H}_6$  dan propana,  $\text{C}_3\text{H}_8$  tidak mempunyai isomer kerana hanya ada satu cara sahaja formula struktur molekul-molekul ini dapat dibina.
- Keisomeran dalam alkana bermula dengan butana,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .



### Isomer-isomer untuk Alkohol

- Isomer dalam siri homolog alkohol bermula dengan molekul yang mempunyai tiga atom karbon.
- Sama seperti alkena dan alkuna, keisomeran dalam alkohol terdiri daripada isomer rantai dan juga isomer kedudukan (kedudukan kumpulan berfungsi hidroksil,  $-\text{OH}$  yang berbeza).
- Jadual 2.17 menunjukkan isomer-isomer propanol,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  dan butanol,  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ .

Jadual 2.17 Isomer-isomer propanol dan butanol

Alkohol	Isomer	Bilangan isomer
Propanol, $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \text{Propan-1-ol} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{OH} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \text{Propan-2-ol} \end{array}$	2
Butanol, $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \text{Butan-1-ol} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\   \\ \text{H} \\ \text{Butan-2-ol} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \text{2-metilpropan-1-ol} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\   \\ \text{H} \\ \text{2-metilpropan-2-ol} \end{array}$	4

## AKTIVITI 2N

Jalankan aktiviti secara berkumpulan.

- Tulis formula molekul alkohol dengan 5 atom karbon.
- Lukis dan namakan semua isomer yang mungkin bagi formula molekul dalam soalan 1. Kongsikan hasil dapatan melalui aktiviti *Stay-Stray*.

PAK21

## Kegunaan Siri Homolog dalam Kehidupan Sehari-hari

### Kegunaan Alkana dan Alkena

- Alkana mempunyai haba pembakaran yang tinggi. Oleh itu, kegunaan utama alkana adalah sebagai bahan api dan bahan mentah dalam industri petrokimia.
- Alkena juga digunakan sebagai bahan mentah dalam industri petrokimia.
- Rajah 2.21 menunjukkan contoh kegunaan ahli siri homolog alkana dan alkena.

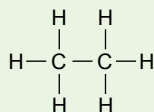


**Kejayaan Petronas  
Bekal LNG ke Kapal Bunker  
LNG Terbesar di Dunia**

<https://bit.ly/kpkt5n36>



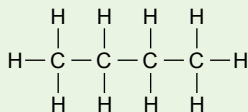
#### Etana



- Penghasilan etena daripada etana untuk membuat detergen dan plastik.
- Gas asli cecair LNG yang mengandungi etana digunakan sebagai bahan api untuk stesen janakuasa.



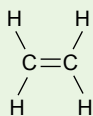
#### Butana



- Penghasilan bahan api untuk pemetik api dan dapur mudah alih.
- Penghasilan gas memasak LPG apabila dicampur dengan propana.



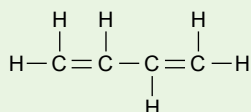
#### Etana



- Penghasilan alkohol, iaitu etanol.
- Penghasilan politena, polivinilklorida(PVC) dan polisterina.



#### But-1,3-diena



- Penghasilan getah sintetik untuk membuat tayar dan beg tungku air panas.



Rajah 2.21 Contoh kegunaan alkana dan alkena

## Kegunaan Alkohol

- Gambar foto 2.9 menunjukkan penggunaan cecair pembasmi kuman yang mengandungi lebih 70% alkohol untuk mencegah jangkitan COVID-19. Mengapakah alkohol digunakan sebagai pembasmi kuman?
- Alkohol mempunyai sifat fizik yang membolehkannya sesuai digunakan dalam penghasilan bahan untuk kegunaan dalam kehidupan seharian. Etanol ialah alkohol yang digunakan secara meluas. Rajah 2.22 menunjukkan pelbagai kegunaan alkohol.



Gambar foto 2.9 Penggunaan cecair pembasmi kuman

### Bahan api

Sebagai bahan api dalam bahan api bersih, bahan api bio dan gasohol.



Sifat alkohol

- Mudah menyala dan pembakaran membebaskan haba yang banyak tanpa jelaga.

### Pelarut

Sebagai pelarut dalam

- Cat, lakuer, bahan pencelup dan dakwat pencetakan.
- Bahan kosmetik seperti minyak wangi, varnis kuku, krim dan losyen.



Sifat alkohol

- Tanpa warna, pelarut bagi sebatian organik yang baik, terlarut campur dengan air dan mudah meruap.

### Bidang pembuatan

Bahan mentah dalam pembuatan cuka, bahan letupan dan polimer perspeks dan gention.



Sifat alkohol

- Reaktif secara kimia.

### Produk farmaseutikal

Dalam bidang perubatan

- Antiseptik untuk suntikan, pembedahan dan penjagaan kebersihan.
- Pelarut bagi ubat-ubatan seperti ubat batuk.



Sifat alkohol

- Bersifat antiseptik, pelarut organik yang baik dan mudah meruap.

Rajah 2.22 Pelbagai kegunaan alkohol





## Kesan Penyalahgunaan Alkohol

- Etanol,  $C_2H_5OH$  digunakan secara meluas dalam minuman beralkohol. Pengambilan minuman beralkohol yang berterusan mendatangkan akibat buruk kepada fungsi keseluruhan sistem saraf.
- Rajah 2.23 menunjukkan kesan penyalahgunaan alkohol.



Rajah 2.23 Kesan penyalahgunaan alkohol

(Sumber: Portal Rasmi MyHEALTH Kementerian Kesihatan Malaysia)

## Kegunaan Asid Karboksilik

- Asid karboksilik yang paling penting ialah asid etanoik,  $CH_3COOH$  yang banyak digunakan sebagai:
  - (i) Bahan pengawet makanan dalam sos cili dan tomato serta perisa makanan.
  - (ii) Bahan mentah bersama dengan bahan kimia lain untuk menghasilkan pewarna, cat, racun serangga dan plastik.
- Asid metanoik,  $HCOOH$  digunakan dalam industri getah untuk pembekuan lateks.
- Asid lemak merupakan asid karboksilik rantai panjang yang digunakan untuk membuat sabun.
- Asid karboksilik juga digunakan untuk menghasilkan polimer iaitu poliester seperti terilena serta poliamida seperti nilon.



Link Topik

**Polimer:** Pempolimeran kondensasi di halaman 147.



Racun serangga



Plastik



Baju T



Sos cili

## Kegunaan Ester

- Ester dengan molekul kecil bersifat mudah meruap dan berbau wangi sesuai digunakan untuk penyediaan kosmetik dan minyak wangi. Ester juga digunakan sebagai perisa makanan. Jadual 2.18 menunjukkan contoh ester yang digunakan sebagai perisa makanan.

Jadual 2.18 Contoh ester sebagai perisa makanan

Ester	Perisa
Metil butanoat, $C_3H_7COOCH_3$	Epal
Pentil etanoat, $CH_3COOC_5H_{11}$	Pisang
Etil butanoat, $C_3H_7COOC_2H_5$	Nanas

- Ester etil etanoat,  $CH_3COOC_2H_5$  digunakan sebagai pelarut sebatian organik dalam losyen, varnis kuku, lakuer dan gam.
- Minyak dan lemak ialah sejenis ester yang terbentuk antara asid lemak dan gliserol yang digunakan dalam pembuatan sabun.
- Poliester ialah polimer untuk penghasilan fabrik sintetik.

### Kimia Konsumer dan Industri:

Minyak dan lemak, bahan pencuci dan bahan tambah makanan di halaman 166.



Fabrik poliester



Perisa makanan



Gam



Sabun



## AKTIVITI 20

### Perbincangan

- Jalankan aktiviti secara berkumpulan.
- Industri petrokimia berkembang maju dan menyumbang kepada peningkatan ekonomi negara. Rancang satu forum untuk membincangkan kewajaran penggunaan bahan-bahan kimia daripada siri homolog yang berikut:
  - Alkana.
  - Alkena.
  - Alkohol.
  - Asid karboksilik.
  - Ester.

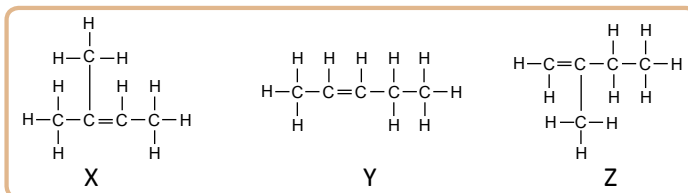
Setiap kumpulan perlu menghantar seorang wakil sebagai panel forum. Pentaskan forum anda dengan menjemput wakil dari kelas lain sebagai penonton.



## Uji Diri 2.4

- Lukis formula struktur bagi setiap sebatian yang berikut:
  - 2,3-dimetilbutana
  - 3,4-dimetilpent-1-ena
  - 3,4-dimetilheptana
  - 4-metilheks-1-una
  - 3-metilpentan-2-ol
  - 1,2-dibromoheksana

- Rajah 2.24 menunjukkan formula struktur tiga hidrokarbon, X, Y dan Z.
  - Namakan hidrokarbon yang dilabelkan X, Y dan Z.
  - Pertimbangkan sama ada X, Y dan Z ialah isomer. Beri alasan anda.



Rajah 2.24

SEBATIAN KARBON

Sebatian Karbon Organik

Sebatian Karbon Tak Organik

Hidrokarbon

Hidrokarbon Tepu

Hidrokarbon Tepu

Hidrokarbon Tak Tepu

Bukan Hidrokarbon

Sumber

Siri Homolog

Peretakan

Penghidrogenan

Formula am

$C_n H_{2n+2}$   
 $n = 1, 2, 3, \dots$

Alkana

Formula am

$C_n H_{2n}$   
 $n = 2, 3, 4, \dots$

Alkena

Penghidratan

Pendehidratan

Formula am

$C_n H_{2n+1} OH$   
 $n = 1, 2, 3, \dots$

Alkana

Formula am

$C_n H_{2n-2}$   
 $n = 2, 3, 4, \dots$

Keisomeran

Alkohol

Pengoksidaan

Pengesteran

Formula am

Ester

Formula am

$C_m H_{2m+1} COOC_n H_{2n+1}$   
 $m = 0, 1, 2, \dots$   $n = 1, 2, \dots$

Sifat fizik, sifat kimia dan kegunaan

$C_n H_{2n+1} COOH$   
 $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

Formula am

Asid Karboksilik

Siri Homolog

Alkohol

Pengoksidaan

Pengesteran

Formula am

Ester

Formula am

$C_m H_{2m+1} COOC_n H_{2n+1}$   
 $m = 0, 1, 2, \dots$   $n = 1, 2, \dots$

Sifat fizik, sifat kimia, keisomeran dan kegunaan

Sifat fizik dan kegunaan



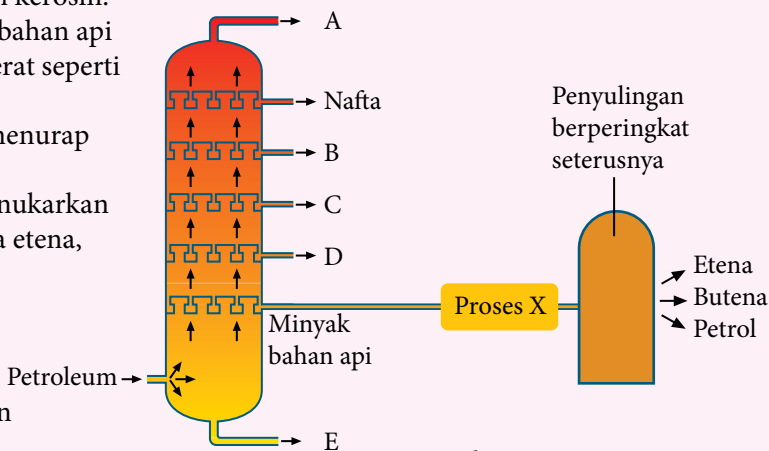
## Refleksi KENDIRI

1. Adakah anda telah menguasai topik **Sebatian Karbon**?
2. Apakah kandungan dalam topik **Sebatian Karbon** yang ingin anda pelajari dengan lebih mendalam? Mengapa?
3. Bagaimanakah topik **Sebatian Karbon** dapat memberikan manfaat kepada anda dalam kehidupan seharian?
4. Bagaimanakah anda menilai kemampuan anda untuk menerangkan kandungan dalam topik **Sebatian Karbon** kepada rakan anda?
5. Apakah yang dapat anda lakukan untuk meningkatkan kefahaman anda bagi topik **Sebatian Karbon**?



## UJIAN PENCAPAIAN

1. Rajah 1 menunjukkan hasil-hasil daripada penyulingan berperingkat petroleum di kilang penapisan minyak.
  - (a) Mengapakah petroleum dapat diasingkan kepada komponennya secara penyulingan berperingkat?
  - (b) Yang manakah antara berikut merupakan A, B, C, D atau E?
    - (i) Merupakan pecahan kerosin.
    - (ii) Digunakan sebagai bahan api untuk kenderaan berat seperti bas dan lori.
    - (iii) Digunakan untuk menurap jalan raya.
  - (c) Proses X ialah proses menukarkan minyak bahan api kepada etena, butena dan petrol.
    - (i) Apakah proses X dan mangkin yang digunakan?
    - (ii) Apakah kepentingan proses X?

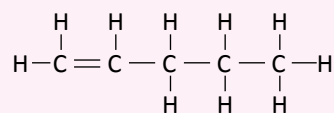


Rajah 1

2. Rajah 2 menunjukkan formula struktur sebatian X.

(a) Sebatian X ialah hidrokarbon tak tepu.

- (i) Apakah yang dimaksudkan dengan hidrokarbon tak tepu?
- (ii) Nyatakan siri homolog untuk sebatian X.
- (iii) Sebatian X membentuk isomer. Lukis formula struktur semua isomer untuk sebatian X dan namakan setiap isomer mengikut sistem penamaan IUPAC.

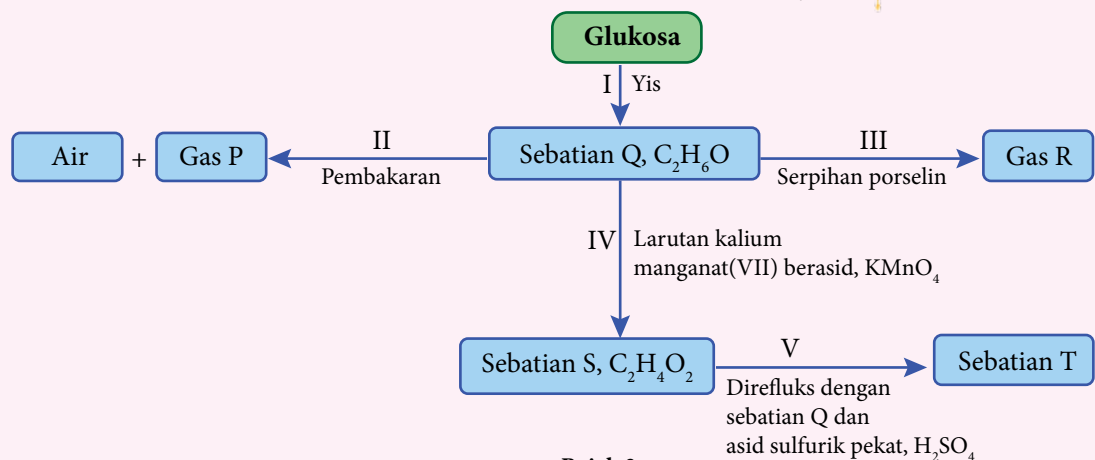


Rajah 2

- (b) Pada suhu 180 °C dengan kehadiran nikel sebagai mangkin, sebatian X dapat ditukar kepada hidrokarbon tepu.
  - (i) Namakan tindak balas yang berlaku.
  - (ii) Lukis formula struktur bagi sebatian yang terbentuk.

- (c) Sebatian X terbakar dengan lengkap dalam oksigen berlebihan.
- Tulis persamaan kimia seimbang untuk pembakaran lengkap sebatian X.
  - 14 g sebatian X mengalami pembakaran lengkap pada suhu bilik. Hitungkan isi padu gas karbon dioksida yang terbebas.  
[1 mol gas menempati isi padu 24 dm<sup>3</sup> pada keadaan bilik.  
Jisim atom relatif: H = 1; C = 12]

3. Rajah 3 menunjukkan siri tindak balas melibatkan sebatian Q, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O.



Rajah 3

- Namakan tindak balas I.
  - Nyatakan nama sebatian Q.
  - Lukis formula struktur sebatian Q.
- Tulis persamaan kimia untuk pembakaran lengkap sebatian Q.
- Nyatakan nama gas R yang terbebas dalam tindak balas III.
  - Lukis susunan radas untuk menjalankan eksperimen bagi tindak balas III di dalam makmal.
- Nyatakan perubahan warna larutan kalium manganat(VII) berasid, KMnO<sub>4</sub> dalam tindak balas IV.
- Nyatakan nama tindak balas V.
  - Nyatakan nama sebatian T.

### Sudut Pengayaan

Buah-buahan dan bunga mengandungi pelbagai ester dengan pelbagai rasa dan bau. Ester semula jadi sukar diekstrak daripada sumber semula jadi. Ester-ester ini dapat dihasilkan di makmal apabila alkohol bertindak balas dengan asid karboksilik.

Jadual 1 menunjukkan ester-ester dan baunya.

Jadual 1

Ester	Bau
Pentil etanoat	Buah pisang
Pentil butanoat	Buah aprikot

Merujuk maklumat di dalam Jadual 1, rancangkan satu eksperimen makmal untuk menyediakan dua ester berbeza dengan menggunakan alkohol yang sama dan asid karboksilik yang berbeza serta mengenal pasti baunya. Dalam jawapan anda, sertakan maklumat yang berikut:

- Hipotesis untuk eksperimen ini.
- Semua pemboleh ubah yang terlibat.
- Bahan dan radas yang digunakan.
- Prosedur menjalankan eksperimen.
- Pemerhatian.
- Persamaan tindak balas.






# HABA

## TEMA 3

Tema ini menganalisa perubahan haba dalam tindak balas kimia. Haba tindak balas yang dikaji termasuk haba pemendakan, haba penyesaran, haba peneutralan dan haba pembakaran. Aplikasi tindak balas eksotermik dan endotermik dalam kehidupan harian dibincangkan. Pengetahuan tentang nilai bahan api digunakan dalam memilih bahan api harian yang paling sesuai. Daya kreativiti dan inovasi murid dicungkil melalui aktiviti reka cipta produk yang mengaplikasikan pengetahuan tindak balas eksotermik dan endotermik.



Bab

3

# TERMOKIMIA

## Kata Kunci

- Gambar rajah aras tenaga
- Haba pembakaran
- Haba pemendakan
- Haba peneutralan
- Haba penyesaran
- Haba tindak balas
- Nilai bahan api
- Persamaan termokimia
- Tindak balas eksotermik
- Tindak balas endotermik

## Apakah yang akan anda pelajari?

- 3.1 Perubahan haba dalam tindak balas
- 3.2 Haba tindak balas
- 3.3 Aplikasi tindak balas endotermik dan eksotermik dalam kehidupan harian



## Buletin

“Mampu beli, tersedia untuk diminum dan mudah dibawa dalam perjalanan.” Ini ialah konsep penting yang diketengahkan oleh Datuk Kenneth Warren Kolb apabila beliau mencipta *Hot Can*, iaitu tin pemanas sendiri pintar yang mengandungi minuman dan sup.

Tin pemanas sendiri ini membolehkan pengguna menikmati makanan atau minuman panas tanpa pemanasan. Tin tersebut berfungsi melalui tindak balas eksotermik antara dua bahan kimia.

Terdapat dua kebuk yang mengelilingi antara satu sama lain. Kebuk luaran menyimpan makanan atau minuman manakala kebuk dalaman menyimpan bahan kimia yang bertindak balas apabila dicampurkan.

Bahan kimia yang biasa digunakan ialah aluminium dan silika, kalsium oksida dan air, serta kuprum sulfat dan zink.

Apabila kedua-dua bahan digabungkan, tindak balas menghasilkan haba yang mencukupi untuk menaikkan suhu tin itu.



**Bagaimanakah perubahan haba dapat dihitung?**

**Adakah semua tindak balas kimia membebaskan haba?**



**Bahan api manakah yang paling sesuai untuk kegunaan harian?**

## 3.1 PERUBAHAN HABA DALAM TINDAK BALAS

### Tindak Balas Eksotermik dan Endotermik



Gambar foto 3.1  
Menggoreng telur

- Pernahkah anda menggoreng telur? Semasa menggoreng telur, haba dari kualiti diserap dan menyebabkan telur dalam bentuk cecair bertukar menjadi pepejal. Adakah perubahan pada telur disebabkan tindak balas eksotermik atau endotermik?

- Terdapat perubahan tenaga apabila tindak balas kimia berlaku dan lazimnya melibatkan tenaga haba. Semasa tindak balas kimia berlaku, tenaga haba, sama ada dibebaskan ataupun diserap.

### Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 3.1.1 Mendeduksikan tindak balas eksotermik dan endotermik melalui aktiviti.
- 3.1.2 Mentafsir gambar rajah aras tenaga.

### Link Topik

Sains Tingkatan 3:  
Termokimia



- Tindak balas kimia yang membebaskan haba ke persekitaran.
- Haba yang dibebaskan ke persekitaran menyebabkan suhu persekitaran meningkat.
- Bekas menjadi panas.
- Sebagai contohnya respirasi, pengoksidaan logam, tindak balas peneutralan, pembakaran bahan api, penghasilan ammonia, dan tindakan melarutkan natrium hidroksida di dalam air.

- Tindak balas kimia yang menyerap haba daripada persekitaran.
- Haba yang diserap daripada persekitaran menyebabkan suhu persekitaran menurun.
- Bekas menjadi sejuk.
- Sebagai contohnya fotosintesis, penguraian karbonat logam apabila dipanaskan, penguraian nitrat logam apabila dipanaskan, dan tindakan melarutkan garam ammonium di dalam air.



Gambar foto 3.2 Cecair pembasmi kuman pada tangan

Gambar foto 3.2 menunjukkan tangan berasa sejuk apabila cecair pembasmi kuman yang mengandungi alkohol meruap sewaktu mensanitasi tangan. Apakah jenis tindak balas ini?

Gambar foto 3.3 menunjukkan tangan berasa panas apabila serbuk detergen pada tangan dicelup ke dalam air. Apakah jenis tindak balas ini?



Gambar foto 3.3 Detergen pada tangan

- Mari kita jalankan aktiviti makmal yang berikut untuk mengkaji tindak balas eksotermik dan endotermik apabila bahan kimia dilarutkan di dalam air.

## Aktiviti Makmal 3A Menentukan Tindak Balas Eksotermik dan Endotermik

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

**Tujuan:** Mengkaji jenis tindak balas berdasarkan perubahan haba dan perubahan bacaan termometer dengan melarutkan bahan di dalam air.

**Bahan :** Pepejal natrium hidroksida, NaOH, pepejal kalsium klorida kontang, CaCl<sub>2</sub>, pepejal ammonium nitrat, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, pepejal natrium tiosulfat, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan air suling.

**Radas :** Cawan polistirena dengan penutup, spatula, silinder penyukat dan termometer.

### Prosedur:

1. Sukat 20 cm<sup>3</sup> air suling dan tuangkan air itu ke dalam sebuah cawan polistirena.
2. Masukkan termometer ke dalam cawan polistirena dan biarkan selama dua minit. Catatkan suhu awal air suling.
3. Tambahkan satu spatula pepejal natrium hidroksida, NaOH ke dalam cawan polistirena.
4. Dengan cermat, kacau campuran dengan termometer.
5. Catatkan suhu tertinggi atau terendah campuran yang dicapai.
6. Ulangi langkah 1 hingga 5 dengan menggantikan pepejal natrium hidroksida, NaOH dengan pepejal ammonium nitrat, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, pepejal natrium tiosulfat, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan pepejal kalsium klorida kontang, CaCl<sub>2</sub>.

### Keputusan:

Bina jadual untuk merekod pemerhatian anda.

### Perbincangan:

1. Berdasarkan keputusan, tentukan;
  - (a) tindak balas yang manakah menyerap haba?
  - (b) tindak balas yang manakah membebaskan haba?
2. Merujuk kepada 1(a) dan 1(b), kelaskan tindak balas yang tersebut kepada tindak balas ekotermik dan tindak balas endotermik.

**AWAS**

Natrium hidroksida mengakis. Kendalikannya dengan cermat.

Portal Kimia



Tindak Balas Endotermik

<https://bit.ly/kpkt5v28>



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

## Gambar Rajah Aras Tenaga

- Haba yang dibebaskan atau diserap semasa tindak balas kimia dinamakan haba tindak balas dan diberi simbol  $\Delta H$ . Unit bagi haba tindak balas ialah  $\text{kJ mol}^{-1}$ .
- Apabila haba dibebaskan ke persekitaran dalam tindak balas kimia,  $\Delta H$  bertanda negatif manakala  $\Delta H$  bertanda positif untuk tindak balas kimia yang menyerap haba daripada persekitaran.
- Perubahan tenaga dalam tindak balas kimia dapat ditunjukkan dengan gambar rajah aras tenaga. Gambar rajah aras tenaga menunjukkan perbezaan kandungan tenaga haba antara bahan tindak balas dan hasil tindak balas.

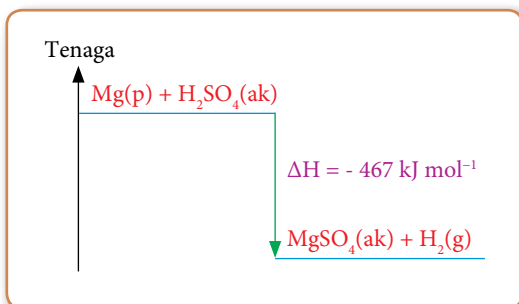
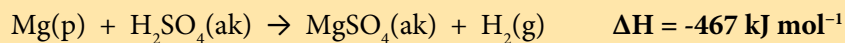
$$\Delta H = H_{\text{hasil tindak balas}} - H_{\text{bahan tindak balas}}$$

**Tahukah anda?** Simbol  $\Delta$  disebut delta adalah huruf keempat dalam abjad Yunani yang mewakili perbezaan atau perubahan.

Haba tindak balas,  $\Delta H$  ialah perubahan haba satu mol bahan tindak balas bertindak balas atau satu mol hasil tindak balas yang terbentuk.



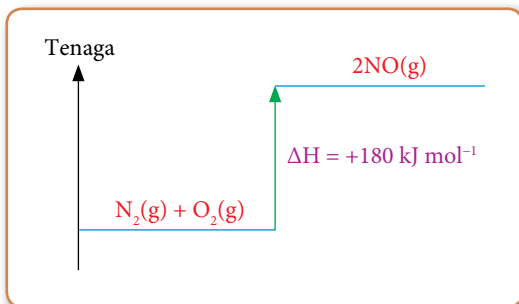
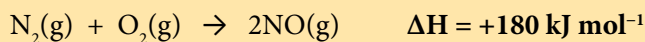
- Persamaan termokimia yang berikut menunjukkan satu contoh tindak balas eksotermik manakala Rajah 3.1 menunjukkan gambar rajah aras tenaga bagi tindak balas tersebut.



Rajah 3.1 Gambar rajah aras tenaga tindak balas eksotermik

- Tindak balas antara magnesium, Mg dan asid sulfurik,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  membentuk magnesium sulfat,  $\text{MgSO}_4$  dan gas hidrogen,  $\text{H}_2$  ialah tindak balas eksotermik.
- Apabila 1 mol Mg bertindak balas dengan 1 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  untuk membentuk 1 mol  $\text{MgSO}_4$  dan 1 mol gas  $\text{H}_2$ , sebanyak 467 kJ tenaga haba dibebaskan ke persekitaran.
- Semasa tindak balas, suhu campuran meningkat.
- Jumlah kandungan tenaga hasil tindak balas ( $\text{MgSO}_4$  dan  $\text{H}_2$ ) lebih rendah daripada jumlah kandungan tenaga bahan tindak balas (Mg dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Oleh itu,  $\Delta H$  bertanda negatif.

- Persamaan termokimia yang berikut menunjukkan satu contoh tindak balas endotermik manakala Rajah 3.2 menunjukkan gambar rajah aras tenaga bagi tindak balas tersebut.



Rajah 3.2 Gambar rajah aras tenaga tindak balas endotermik

- Tindak balas antara gas nitrogen,  $\text{N}_2$  dan gas oksigen,  $\text{O}_2$  membentuk gas nitrogen monoksida,  $\text{NO}$  ialah tindak balas endotermik.
- Apabila 1 mol gas  $\text{N}_2$  bertindak balas dengan 1 mol gas  $\text{O}_2$  untuk membentuk 2 mol gas  $\text{NO}$ , sebanyak 180 kJ tenaga haba diserap dari persekitaran.
- Semasa tindak balas, suhu campuran menurun.
- Jumlah kandungan tenaga hasil tindak balas ( $\text{NO}$ ) lebih tinggi daripada jumlah kandungan tenaga bahan tindak balas ( $\text{N}_2$  dan  $\text{O}_2$ ). Oleh itu,  $\Delta H$  bertanda positif.

- Peta titi yang berikut menunjukkan cara gambar rajah aras tenaga dibina.

Lukis anak panah ke atas

Tulis label “Tenaga”

Lukis dua aras tenaga

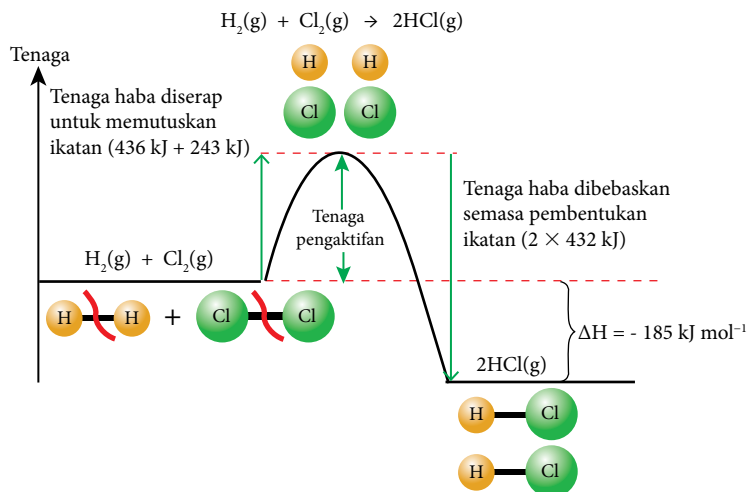
Tulis bahan tindak balas dan hasil tindak balas pada aras tenaga yang betul

Lukis arah anak panah dari aras tenaga bahan tindak balas ke aras tenaga hasil tindak balas

Tulis  $\Delta H$  berserta nilai

## Perubahan Tenaga Semasa Pemutusan dan Pembentukan Ikatan

- Semasa tindak balas kimia, ikatan kimia dalam bahan tindak balas diputuskan dan ikatan baru dalam hasil tindak balas terbentuk. Berdasarkan Jadual 3.1, perubahan tenaga untuk tindak balas antara hidrogen,  $H_2$  dan klorin,  $Cl_2$  menghasilkan hidrogen klorida,  $HCl$  ditunjukkan pada Rajah 3.3.



Portal  
Kimia



Pemutusan dan  
Pembentukan Ikatan

<https://bit.ly/kpkt5v29>

Jadual 3.1 Tenaga ikatan kimia

Ikatan	Tenaga ikatan ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )
H-H	436
Cl-Cl	243
H-Cl	432

Rajah 3.3 Profil tenaga menunjukkan hubungan pemutusan ikatan dan pembentukan ikatan dalam tindak balas eksotermik

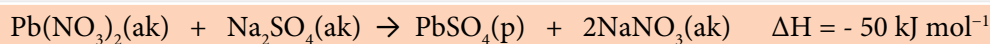
- Dalam tindak balas eksotermik, tenaga haba yang dibebaskan semasa pembentukan ikatan dalam hasil tindak balas lebih besar berbanding tenaga haba yang diserap untuk memutuskan ikatan dalam bahan tindak balas.
- Dalam tindak balas endotermik, tenaga haba yang diserap untuk memutuskan ikatan dalam bahan tindak balas lebih besar berbanding tenaga haba yang dibebaskan semasa pembentukan ikatan dalam hasil tindak balas.

### Uji Diri 3.1

- Persamaan termokimia bagi tindak balas penguraian kalsium karbonat,  $CaCO_3$  adalah seperti yang berikut:



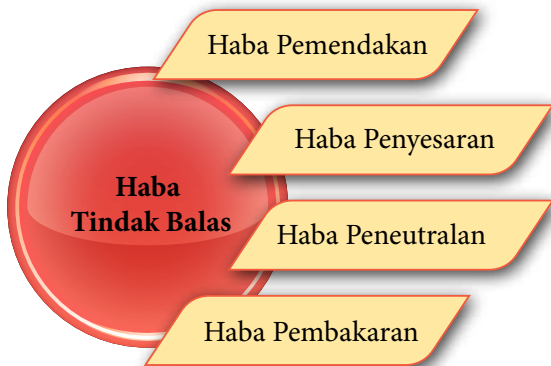
- Lukiskan gambar rajah aras tenaga bagi tindak balas itu.
  - Tulis tiga pernyataan yang dapat dirumuskan daripada gambar rajah aras tenaga di (a).
- Persamaan termokimia di bawah menunjukkan pembentukan plumbum(II) sulfat,  $PbSO_4$ .



- Nyatakan sama ada tindak balas di atas eksotermik atau endotermik.
- Tentukan ikatan yang diputuskan dan ikatan yang terbentuk.
- Terangkan perubahan tenaga yang terlibat dengan pemutusan ikatan dan pembentukan ikatan.
- Lukiskan gambar rajah aras tenaga bagi tindak balas itu.

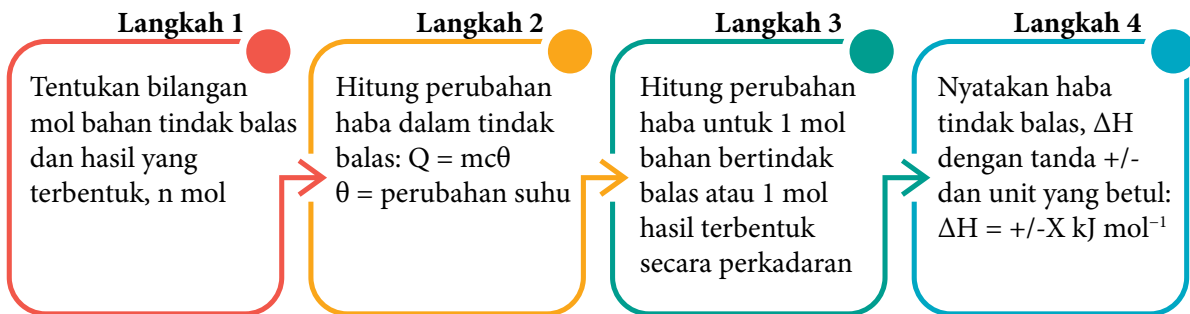
## 3.2 HABA TINDAK BALAS

- Haba tindak balas biasanya dinamakan mengikut jenis tindak balas yang berlaku. Rajah 3.4 menunjukkan jenis-jenis haba tindak balas.



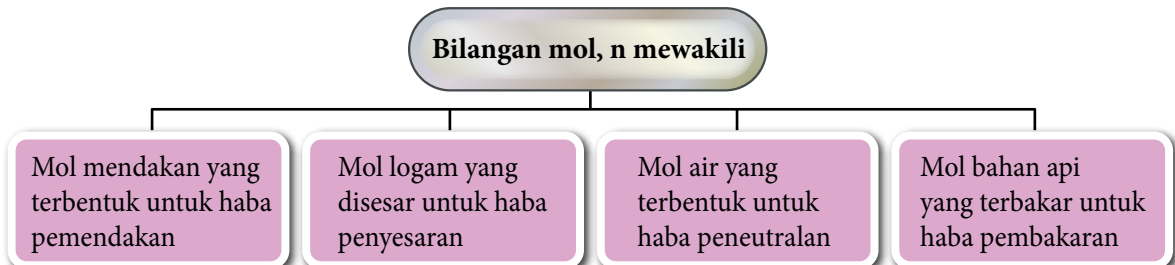
Rajah 3.4 Jenis-jenis haba tindak balas

- Haba tindak balas dapat ditentukan melalui eksperimen dengan menentukan perubahan suhu semasa sesuatu tindak balas berlaku. Nilai perubahan suhu yang diperoleh digunakan untuk menghitung haba tindak balas.
- Rajah 3.5 menunjukkan peta alir langkah-langkah penghitungan haba tindak balas:



Rajah 3.5 Langkah-langkah umum pengiraan haba tindak balas

- Bilangan mol,  $n$  adalah mengikut jenis haba tindak balas seperti yang berikut.



### Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 3.2.1 Menentukan haba pemendakan melalui aktiviti.
- 3.2.2 Menentukan haba penyesaran melalui aktiviti.
- 3.2.3 Membandingkan haba peneutralan bagi tindak balas antara berikut melalui eksperimen:
  - (a) asid kuat dan alkali kuat,
  - (b) asid lemah dan alkali kuat,
  - (c) asid kuat dan alkali lemah,
  - (d) asid lemah dan alkali lemah.
- 3.2.4 Membandingkan haba pembakaran bagi beberapa jenis alkohol melalui eksperimen.

#### Rentas Kurikulum Sejarah

Joule dengan simbol  $J$  ialah unit terbitan SI untuk tenaga, kerja dan haba yang digunakan adalah sempena nama James Prescott Joule (1818–1889).

#### Rentas Kurikulum Fizik

Fizik link:  $Q = mc\theta$   
 $\theta$  = perubahan suhu

- Kebanyakan tindak balas kimia yang dijalankan untuk menentukan haba tindak balas melibatkan larutan akueus. Beberapa anggapan dibuat semasa penghitungan.

- ♦ Ketumpatan sebarang larutan akueus adalah sama dengan ketumpatan air,  $1 \text{ g cm}^{-3}$ .
- ♦ Muatan haba tentu sebarang larutan akueus adalah sama dengan muatan haba tentu air iaitu  $4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .
- ♦ Tiada kehilangan haba ke persekitaran.
- ♦ Tiada haba diserap oleh radas eksperimen.

## Haba Pemendakan



Rajah 3.6 Penggunaan barium sulfat dalam perubatan

- Berdasarkan dialog pada Rajah 3.6, tahukah anda barium sulfat,  $\text{BaSO}_4$  ialah contoh garam tak terlarutkan yang digunakan dalam bidang perubatan? Cuba anda imbas kembali tentang garam tak terlarutkan yang dipelajari di tingkatan empat. Kesemua garam tak terlarutkan ialah mendakan.
- Mendakan garam tak terlarutkan terbentuk melalui tindak balas penguraian ganda dua yang melibatkan perubahan haba dan dikenali sebagai haba pemendakan. Apakah yang dimaksudkan dengan haba pemendakan?



Link Topik

**Kimia Tingkatan 4:**  
Penyediaan garam tak terlarutkan.

**Haba pemendakan** ialah perubahan haba apabila **1 mol mendakan** terbentuk daripada ion-ionnya di dalam larutan akueus.

- Persamaan termokimia pembentukan mendakan barium sulfat,  $\text{BaSO}_4$  ialah:



- Berdasarkan persamaan termokimia, 42 kJ haba dibebaskan apabila 1 mol mendakan barium sulfat,  $\text{BaSO}_4$  terbentuk. Oleh itu, haba pemendakan barium sulfat,  $\text{BaSO}_4$  ialah  $-42 \text{ kJ mol}^{-1}$ .



Gambar foto 3.4  
Mendakan putih barium sulfat,  $\text{BaSO}_4$

**Contoh:**

100 cm<sup>3</sup> larutan plumbum(II) nitrat, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 1.0 mol dm<sup>-3</sup> dicampurkan dengan 100 cm<sup>3</sup> larutan natrium sulfat, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1.0 mol dm<sup>-3</sup>. Suhu campuran tindak balas meningkat daripada 30.0 °C kepada 33.0 °C. Hitungkan haba pemendakan plumbum(II) sulfat, PbSO<sub>4</sub>.

[Muatan haba tentu larutan,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; ketumpatan larutan =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ]

**Penyelesaian:**

**Langkah 1: Hitungkan bilangan mol mendakan plumbum(II) sulfat, PbSO<sub>4</sub> yang terbentuk.**

Bilangan mol ion plumbum(II), Pb<sup>2+</sup> = Bilangan mol plumbum(II) nitrat, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

$$= 1.0 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{100}{1000} \text{ dm}^3 = 0.1 \text{ mol}$$

Bilangan mol ion sulfat, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>  
= Bilangan mol natrium sulfat, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

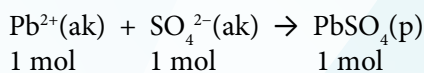
$$= 1.0 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{100}{1000} \text{ dm}^3 = 0.1 \text{ mol}$$

Gunakan formula,  $n = \frac{MV}{1000}$

$n$  = bilangan mol

$M$  = kemolaran larutan

$V$  = isi padu larutan dalam cm<sup>3</sup>



1 mol            1 mol            1 mol

Tulis persamaan ion untuk tindak balas

Bandingkan stoikiometri persamaan ion

Daripada persamaan ion, 1 mol ion plumbum(II), Pb<sup>2+</sup> bertindak balas dengan 1 mol ion sulfat, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> menghasilkan 1 mol plumbum(II) sulfat, PbSO<sub>4</sub>.

Oleh itu, 0.1 mol ion plumbum(II), Pb<sup>2+</sup> bertindak balas dengan 0.1 mol ion sulfat, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> menghasilkan 0.1 mol plumbum(II) sulfat, PbSO<sub>4</sub>.

**Langkah 2: Hitungkan perubahan haba.**

$$\begin{aligned} \text{Jisim larutan campuran, } m &= \text{Jumlah isi padu larutan campuran} \times \text{ketumpatan larutan} \\ &= (100 + 100) \text{ cm}^3 \times 1 \text{ g cm}^{-3} \\ &= 200 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perubahan suhu larutan campuran, } \theta &= \text{Suhu tertinggi} - \text{suhu awal} \\ &= 33.0 \text{ }^\circ\text{C} - 30.0 \text{ }^\circ\text{C} = 3.0 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Haba yang dibebaskan dalam tindak balas, } Q &= mc\theta \\ &= 200 \text{ g} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \times 3.0 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 2520 \text{ J} \\ &= 2.52 \text{ kJ} \end{aligned}$$

**Langkah 3: Hitungkan perubahan haba untuk pembentukan 1 mol pemendakan.**

Pemendakan 0.1 mol plumbum(II) sulfat, PbSO<sub>4</sub> membebaskan 2.52 kJ haba.

Maka pemendakan 1 mol plumbum(II) sulfat, PbSO<sub>4</sub> membebaskan  $\frac{2.52 \text{ kJ}}{0.1 \text{ mol}}$  haba, iaitu 25.2 kJ mol<sup>-1</sup>

**Langkah 4: Tuliskan haba tindak balas, ΔH.**

Haba pemendakan plumbum(II) sulfat, PbSO<sub>4</sub> ΔH = -25.2 kJ mol<sup>-1</sup>

Tanda negatif (-) menunjukkan tindak balas ini ialah eksotermik.



## Aktiviti Makmal 3B Menentukan Haba Pemendakan

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

**Tujuan:** Menentukan haba pemendakan bagi argentum klorida, AgCl dan magnesium karbonat, MgCO<sub>3</sub>.

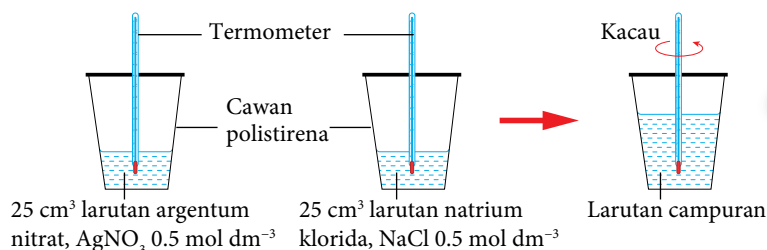
**Bahan :** Larutan argentum nitrat, AgNO<sub>3</sub> 0.5 mol dm<sup>-3</sup>, larutan natrium klorida, NaCl 0.5 mol dm<sup>-3</sup>, larutan magnesium nitrat, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0.5 mol dm<sup>-3</sup> dan larutan natrium karbonat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.5 mol dm<sup>-3</sup>.

**Radas :** Dua buah cawan polistirena dengan penutup, silinder penyukat dan termometer.

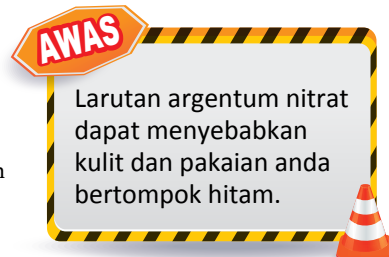
**Definisi secara operasi** - Haba Pemendakan: Apabila larutan natrium klorida, NaCl ditambahkan kepada larutan argentum nitrat, AgNO<sub>3</sub> untuk menghasilkan 1 mol mendakan argentum klorida, AgCl bacaan termometer meningkat.

### Prosedur:

1. Sukat 25 cm<sup>3</sup> larutan argentum nitrat, AgNO<sub>3</sub> 0.5 mol dm<sup>-3</sup> dan tuangkan ke dalam cawan polistirena.
2. Masukkan termometer ke dalam larutan itu dan biarkan selama dua minit.
3. Catatkan suhu larutan.
4. Sukat 25 cm<sup>3</sup> larutan natrium klorida, NaCl 0.5 mol dm<sup>-3</sup>, dan tuangkannya ke dalam cawan polistirena yang lain.
5. Masukkan termometer ke dalam larutan itu dan biarkan selama dua minit. Catatkan suhu larutan.
6. Tuangkan larutan natrium klorida, NaCl dengan cepat dan cermat ke dalam cawan polistirena yang mengandungi larutan argentum nitrat, AgNO<sub>3</sub>.



Rajah 3.7




7. Tutup cawan polisterina dengan penutup dan kacaukan campuran dengan termometer seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.7.
8. Catatkan suhu tertinggi campuran.
9. Ulangi langkah 1 hingga 8 dengan menggantikan larutan argentum nitrat, AgNO<sub>3</sub> dengan larutan magnesium nitrat, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan larutan natrium klorida, NaCl dengan larutan natrium karbonat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

### Keputusan:

Bina jadual bersesuaian untuk merekodkan keputusan dan pemerhatian anda.

### Perbincangan:

1. Nyatakan jenis tindak balas yang berlaku.
2. Hitungkan haba pemendakan bagi argentum klorida, AgCl dan magnesium karbonat, MgCO<sub>3</sub>.  
[Gunakan rumus perubahan haba,  $Q = mc\theta$ ]  
[Diberi: Muatan haba tentu larutan,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; ketumpatan larutan =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ]

- Tuliskan persamaan termokimia bagi pemendakan argentum klorida, AgCl dan magnesium karbonat, MgCO<sub>3</sub>.
- Lukiskan gambar rajah aras tenaga bagi tindak balas pemendakan argentum klorida, AgCl dan magnesium karbonat, MgCO<sub>3</sub>.
- Nilai teori haba pemendakan argentum klorida, AgCl ialah -65.5 kJ mol<sup>-1</sup>. Adakah nilai ini sama dengan nilai yang diperoleh dalam eksperimen ini? Terangkan sebab bagi jawapan anda. 

### Kesimpulan:

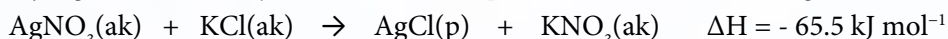
Apakah kesimpulan bagi eksperimen ini?



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.

### Contoh:

Persamaan yang berikut menunjukkan tindak balas pembentukan mendakan argentum klorida, AgCl.



Jika 20 cm<sup>3</sup> larutan argentum nitrat, AgNO<sub>3</sub> 0.5 mol dm<sup>-3</sup> dicampurkan kepada 20 cm<sup>3</sup> larutan kalium klorida, KCl 0.5 mol dm<sup>-3</sup>, hitungkan kenaikan suhu campuran.

[Diberi: Muatan haba tentu larutan,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , ketumpatan larutan =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ]

### Penyelesaian:

**Langkah 1: Hitung bilangan mol argentum klorida, AgCl yang terbentuk.**

$$\text{Bilangan mol kalium klorida, KCl} = \frac{0.5 \times 20}{1000} = 0.01 \text{ mol}$$

$$\text{Bilangan mol argentum nitrat, AgNO}_3 = \frac{0.5 \times 20}{1000} = 0.01 \text{ mol}$$

Daripada persamaan, 1 mol kalium klorida, KCl bertindak balas dengan 1 mol argentum nitrat, AgNO<sub>3</sub> menghasilkan 1 mol argentum klorida, AgCl.

Oleh itu, 0.01 mol kalium klorida, KCl bertindak balas dengan 0.01 mol argentum nitrat, AgNO<sub>3</sub> menghasilkan 0.01 mol argentum klorida, AgCl.

**Langkah 2: Hitungkan perubahan haba.**

Diberi  $\Delta H = -65.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

Apabila 1 mol argentum klorida, AgCl terbentuk, 65.5 kJ haba terbebas.

$$\text{Maka } 0.01 \text{ mol argentum klorida, AgCl terbentuk, } \frac{0.01 \text{ mol} \times 65.5 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} = 0.655 \text{ kJ haba terbebas.}$$

**Langkah 3: Hitungkan kenaikan suhu.**

$$\text{Jisim larutan} = (20 + 20) \text{ cm}^3 \times 1 \text{ g cm}^{-3} = 40 \text{ g}$$

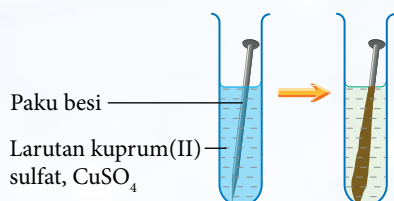
$$\text{Haba terbebas, } Q = 655 \text{ J}$$

$$40 \text{ g} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \times \theta = 655 \text{ J}$$

$$\text{Kenaikan suhu, } \theta = \frac{655 \text{ J}}{40 \text{ g} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}} = 3.9 \text{ }^\circ\text{C}$$

## Haba Penyesaran

- Satu eksperimen telah dijalankan dengan memasukkan paku besi ke dalam larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$ . Keputusan eksperimen dapat dilihat seperti dalam Rajah 3.8.



**Rajah 3.8** Paku besi dimasukkan ke dalam larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$

 **Link Topik**

Mengapakah terdapat enapan berwarna perang pada paku besi? Mengapakah larutan warna biru menjadi pudar?

### Redoks:

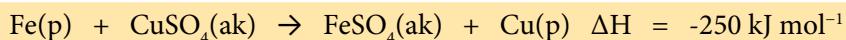
Penyesaran logam daripada larutan garamnya di halaman 16.



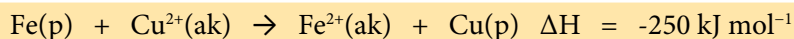
- Imbas kembali tentang tindak balas penyesaran yang telah anda pelajari. Bolehkah anda memberikan jawapan kepada soalan-soalan di atas?
- Enapan berwarna perang, iaitu kuprum,  $\text{Cu}$  menunjukkan bahawa ferum,  $\text{Fe}$  menyesarkan kuprum,  $\text{Cu}$  daripada larutan garamnya.
- Tindak balas penyesaran juga melibatkan perubahan haba. Apakah yang dimaksudkan dengan haba penyesaran?

**Haba penyesaran** ialah perubahan haba apabila **satu mol logam disesarkan** daripada larutan garamnya oleh **logam yang lebih elektropositif**.

- Persamaan termokimia berikut mewakili tindak balas penyesaran yang berlaku.



atau



- Berdasarkan persamaan termokimia, 250 kJ haba dibebaskan apabila satu mol kuprum,  $\text{Cu}$  disesarkan daripada larutan garam kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  oleh ferum,  $\text{Fe}$ .
- Oleh itu, haba penyesaran kuprum,  $\text{Cu}$  daripada larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  oleh ferum,  $\text{Fe}$  ialah  $-250 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

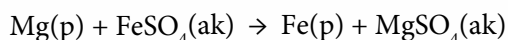
### Contoh:

Serbuk magnesium,  $\text{Mg}$  yang berlebihan ditambah kepada  $50 \text{ cm}^3$  larutan ferum(II) sulfat,  $\text{FeSO}_4$   $0.25 \text{ mol dm}^{-3}$ . Suhu campuran tindak balas bertambah sebanyak  $4.0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Hitungkan haba penyesaran ferum,  $\text{Fe}$  daripada larutan garamnya.

[Diberi: Muatan haba tentu larutan,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , ketumpatan larutan =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ]

### Penyelesaian:

**Langkah 1: Tuliskan persamaan kimia.**



**Langkah 2: Hitungkan bilangan mol ferum,  $\text{Fe}$  yang disesarkan daripada larutan ferum(II) sulfat,  $\text{FeSO}_4$ .**

$$\text{Bilangan mol larutan ferum(II) sulfat, FeSO}_4 = \frac{0.25 \times 50}{1000} = 0.0125 \text{ mol.}$$

Daripada persamaan, 1 mol ferum,  $\text{Fe}$  disesarkan daripada 1 mol larutan ferum(II) sulfat,  $\text{FeSO}_4$ . Maka,  $0.0125 \text{ mol}$  ferum,  $\text{Fe}$  disesarkan daripada  $0.0125 \text{ mol}$  larutan ferum(II) sulfat,  $\text{FeSO}_4$ .

**Langkah 3: Hitungkan perubahan haba.**

$$\begin{aligned} \text{Jisim larutan, } m &= 50 \text{ cm}^3 \times 1 \text{ g cm}^{-3} \\ &= 50 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perubahan haba, } Q &= 50 \text{ g} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \times 4.0 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 840 \text{ J} \\ &= 0.84 \text{ kJ} \end{aligned}$$

**Langkah 4: Hitungkan perubahan tenaga untuk penyesaran 1 mol ferum, Fe.**

Penyesaran 0.0125 mol ferum, Fe membebaskan 0.840 kJ haba.

$$\text{Maka, penyesaran 1 mol ferum, Fe akan membebaskan } \frac{0.840 \text{ kJ}}{0.0125} = 67.2 \text{ kJ haba.}$$

**Langkah 5: Tulis haba penyesaran  $\Delta H$ .**

Haba penyesaran ferum, Fe oleh magnesium, Mg,  $\Delta H = -67.2 \text{ kJ mol}^{-1}$

Tanda negatif (-) menunjukkan tindak balas ini ialah eksotermik.

**Aktiviti Makmal** 3C **Menentukan Haba Penyesaran**

**Tujuan:** Menentukan dan membandingkan haba penyesaran kuprum daripada larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  oleh logam zink, Zn dan logam magnesium, Mg.

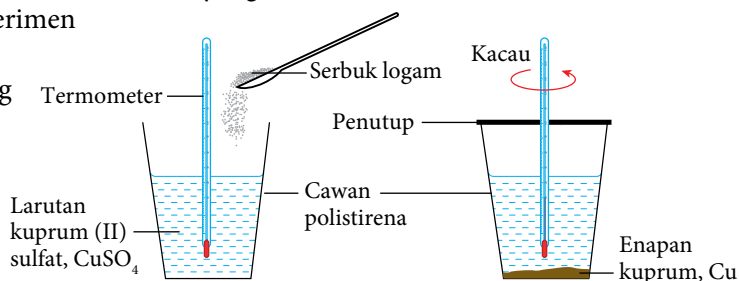
**PAK21** Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

**Bahan :** Larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  0.5 mol  $\text{dm}^{-3}$ , serbuk magnesium, Mg dan serbuk zink, Zn.

**Radas :** Cawan polistirena dengan penutup, termometer, silinder penyukat dan spatula.

**Prosedur:**

- Berbandukan Rajah 3.9, senarai radas dan bahan yang dibekalkan, rancang prosedur bagi eksperimen serta langkah berjaga-jaga yang perlu diambil untuk menghitung haba penyesaran kuprum, Cu.
- Bincangkan prosedur eksperimen yang telah anda rancang dengan guru sebelum menjalankannya



Rajah 3.9 Menentukan haba penyesaran kuprum, Cu

**Keputusan:**

Bina jadual bersesuaian untuk merekod bacaan anda.

**Perbincangan:**

- Berdasarkan eksperimen:
  - Tuliskan persamaan kimia dan persamaan ion bagi kedua-dua tindak balas yang berlaku.
  - Hitungkan haba penyesaran,  $\Delta H$  kuprum, Cu oleh magnesium, Mg dan zink, Zn. [Diberi: Muatan haba tentu larutan,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; ketumpatan larutan =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ]
  - Terangkan sebab nilai haba penyesaran kuprum, Cu oleh logam magnesium, Mg dan logam zink, Zn berbeza.
  - Lukiskan gambar rajah aras tenaga bagi kedua-dua tindak balas itu.
- Mengapakah kedua-dua logam itu digunakan secara berlebihan dalam eksperimen ini?
- Selain perubahan suhu, nyatakan pemerhatian lain yang dapat diperhatikan semasa anda menjalankan eksperimen ini.

- Apakah definisi secara operasi bagi haba penyesaran dalam eksperimen ini?
- Adakah nilai haba penyesaran kuprum, Cu,  $\Delta H$  akan sama jika larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  digantikan dengan larutan kuprum(II) nitrat,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ? Terangkan jawapan anda.

### Kesimpulan:

Tuliskan kesimpulan bagi eksperimen ini.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.



## AKTIVITI 3A

PAK21

Seorang pelajar telah menjalankan satu eksperimen untuk menentukan haba penyesaran bagi tindak balas antara kuprum, Cu dengan larutan argentum nitrat,  $\text{AgNO}_3$ . Dalam eksperimen ini, serbuk kuprum, Cu berlebihan ditambah kepada  $100 \text{ cm}^3$  larutan argentum nitrat,  $\text{AgNO}_3$   $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$ . Haba penyesaran dalam eksperimen itu ialah  $-105 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

[Muatan haba tentu larutan,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; ketumpatan larutan =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ]

- Tuliskan persamaan termokimia bagi tindak balas ini.
- Hitungkan haba yang dibebaskan dalam eksperimen ini.
- Hitungkan perubahan suhu.
- Lukiskan gambar rajah aras tenaga bagi tindak balas ini.
- Eksperimen ini diulangi dengan menggunakan  $100 \text{ cm}^3$  larutan argentum nitrat,  $\text{AgNO}_3$   $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  dan serbuk kuprum, Cu berlebihan. Hitungkan perubahan suhu dalam eksperimen ini. Terangkan sebab perubahan suhu ini berbeza daripada yang berlaku di (c).

## Haba Peneutralan

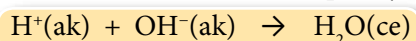
Cikgu, mengapakah kelalang kon ini panas apabila saya mentitratkan asid hidroklorik ke dalam larutan natrium hidroksida?



Tindak balas yang berlaku antara asid dengan alkali ialah eksotermik. Haba dibebaskan ke persekitaran.

Rajah 3.10 Eksperimen peneutralan

- Tindak balas peneutralan ialah tindak balas antara asid dan alkali yang menghasilkan garam dan air sahaja.
- Berdasarkan perbualan dalam Rajah 3.10, tindak balas peneutralan merupakan tindak balas eksotermik.
- Ion hidrogen,  $\text{H}^+$  daripada asid bertindak balas dengan ion hidroksida,  $\text{OH}^-$  daripada alkali untuk membentuk molekul air. Persamaan ion adalah seperti yang berikut:



**Haba peneutralan** ialah perubahan haba apabila **satu mol air** terbentuk daripada tindak balas peneutralan antara **asid dan alkali**.

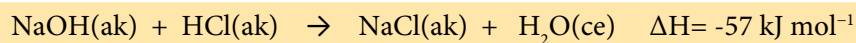


Link Topik

**Kimia Tingkatan 4:**  
Peneutralan



- Persamaan termokimia untuk tindak balas peneutralan antara asid hidroklorik, HCl dan larutan natrium hidroksida, NaOH ialah:



- Persamaan termokimia menunjukkan sebanyak 57 kJ haba dibebaskan apabila satu mol air, H<sub>2</sub>O terbentuk daripada peneutralan antara 1 mol asid hidroklorik, HCl (1 mol ion hidrogen, H<sup>+</sup>) dengan 1 mol natrium hidroksida, NaOH (1 mol ion hidroksida, OH<sup>-</sup>).
- Tindak balas peneutralan dapat berlaku antara asid dan alkali dengan kekuatan berbeza seperti berikut:
  - (a) Asid kuat dengan alkali kuat.
  - (b) Asid lemah dengan alkali kuat.
  - (c) Asid kuat dengan alkali lemah.
  - (d) Asid lemah dengan alkali lemah.
- Apakah kesan menggunakan asid dan alkali dengan kekuatan yang berbeza terhadap haba peneutralan? Jalankan Eksperimen 3A untuk mengetahuinya.



## Eksperimen 3A

### Membandingkan Haba Peneutralan

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

**Tujuan:** Menentukan dan membandingkan haba peneutralan antara asid dan alkali yang berlainan kekuatan.

#### A. Tindak balas asid kuat dengan alkali kuat dan asid lemah dengan alkali kuat

**Penyataan masalah:** Adakah tindak balas antara asid kuat dengan alkali kuat menghasilkan haba peneutralan yang lebih tinggi daripada tindak balas asid lemah dengan alkali kuat?

**Hipotesis:** Tindak balas antara asid kuat dengan alkali kuat menghasilkan haba peneutralan yang lebih tinggi daripada tindak balas asid lemah dengan alkali kuat.

#### Pemboleh ubah:

- (a) Pemboleh ubah dimanipulasikan : Asid hidroklorik, HCl dan asid etanoik, CH<sub>3</sub>COOH.
- (b) Pemboleh ubah bergerak balas : Haba peneutralan.
- (c) Pemboleh ubah dimalarkan : Isi padu dan kepekatan larutan natrium hidroksida, NaOH.

**Bahan:** Asid hidroklorik, HCl 1.0 mol dm<sup>-3</sup>, asid etanoik, CH<sub>3</sub>COOH 1.0 mol dm<sup>-3</sup> dan larutan natrium hidroksida, NaOH 1.0 mol dm<sup>-3</sup>.

**Radas:** Cawan polistirena dengan penutup, termometer dan silinder penyukat.

#### Prosedur:

1. Sukat dan tuang 50 cm<sup>3</sup> asid hidroklorik, HCl 1.0 mol dm<sup>-3</sup> ke dalam cawan polistirena.
2. Sukat dan tuang 50 cm<sup>3</sup> larutan natrium hidroksida, NaOH 1.0 mol dm<sup>-3</sup> ke dalam cawan polistirena yang lain.
3. Masukkan termometer ke dalam setiap larutan dan catatkan suhu awal setiap larutan.
4. Tuangkan asid hidroklorik, HCl 1.0 mol dm<sup>-3</sup> dengan cepat dan cermat ke dalam larutan natrium hidroksida, NaOH 1.0 mol dm<sup>-3</sup>.
5. Kacau campuran dengan termometer.
6. Catatkan suhu tertinggi campuran.
7. Ulangi langkah 1 hingga 6 dengan menggantikan asid hidroklorik, HCl dengan asid etanoik, CH<sub>3</sub>COOH.



Sistematik, yakin dan beretika.

## B. Tindak balas asid kuat dengan alkali lemah dan asid lemah dengan alkali lemah

**Penyataan masalah:** Adakah tindak balas antara asid kuat dengan alkali lemah menghasilkan haba peneutralan yang lebih tinggi daripada tindak balas asid lemah dengan alkali lemah?

**Hipotesis:** Bina satu hipotesis yang menghubungkan antara tindak balas asid kuat, asid lemah dengan alkali lemah dan haba peneutralan.

**Pemboleh ubah:** Nyatakan semua pemboleh ubah.

**Bahan:** Asid hidroklorik, HCl 1.0 mol dm<sup>-3</sup>, asid etanoik, CH<sub>3</sub>COOH 1.0 mol dm<sup>-3</sup> dan larutan ammonia, NH<sub>3</sub> 1.0 mol dm<sup>-3</sup>.

**Radas:** Cawan polistirena dengan penutup, termometer dan silinder penyukat.

### Prosedur:

Dengan menggunakan radas dan bahan yang dibekalkan, rancang dan jalankan eksperimen untuk menyiasat kesan kekuatan asid ke atas haba peneutralan dengan alkali lemah.

### Keputusan:

Salin dan lengkapkan Jadual 3.2 yang berikut untuk merekodkan suhu awal asid dan alkali, suhu purata asid dan alkali, suhu tertinggi dan kenaikan suhu.

Jadual 3.2

Campuran bahan tindak balas	Asid hidroklorik, HCl dan larutan natrium hidroksida, NaOH	Asid etanoik, CH <sub>3</sub> COOH dan larutan natrium hidroksida, NaOH	Asid hidroklorik, HCl dan larutan ammonia, NH <sub>3</sub>	Asid etanoik, CH <sub>3</sub> COOH dan larutan ammonia, NH <sub>3</sub>
Suhu awal asid (°C)				
Suhu awal alkali (°C)				
Suhu purata asid dan alkali (°C)				
Suhu tertinggi campuran (°C)				
Kenaikan suhu (°C)				

### Perbincangan:

- Tuliskan persamaan kimia bagi setiap tindak balas peneutralan yang berlaku.
- Hitungkan haba peneutralan,  $\Delta H$  bagi setiap tindak balas.  
[Muatan haba tentu larutan,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; ketumpatan larutan =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ]
- Lukiskan gambar rajah aras tenaga bagi setiap tindak balas peneutralan.
- Bandingkan nilai haba peneutralan bagi setiap tindak balas peneutralan dalam eksperimen ini.
- Terangkan sebab terdapat perbezaan dalam nilai haba peneutralan yang tersebut.
- Nilai teori haba peneutralan antara asid kuat dan alkali kuat ialah  $-57 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Bandingkan nilai ini dengan haba peneutralan yang telah anda peroleh dalam eksperimen ini. Nyatakan sebab bagi perbezaan ini.

### Kesimpulan:

Adakah hipotesis dapat diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?



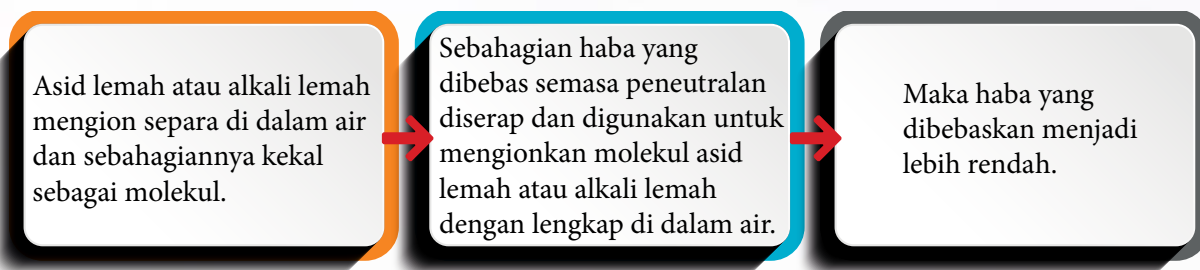
Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.

- Nilai teori haba peneutralan antara asid kuat dengan alkali kuat ialah  $-57 \text{ kJ mol}^{-1}$ .
- Jadual 3.3 menunjukkan haba peneutralan bagi pelbagai tindak balas peneutralan.

Jadual 3.3 Haba peneutralan pelbagai tindak balas peneutralan

Contoh	Haba peneutralan, $\Delta H \text{ (kJ mol}^{-1}\text{)}$
Asid kuat + Alkali kuat $\rightarrow$ Garam + Air	-57
Asid lemah + Alkali kuat $\rightarrow$ Garam + Air	-55
Asid kuat + Alkali lemah $\rightarrow$ Garam + Air	-52
Asid lemah + Alkali lemah $\rightarrow$ Garam + Air	-50

- Perhatikan bahawa terdapat pengaruh kekuatan asid dan alkali terhadap haba peneutralan. Nilai haba peneutralan apabila menggunakan asid lemah atau alkali lemah adalah lebih rendah. Ini dapat dijelaskan seperti dalam peta alir pada Rajah 3.11.



Rajah 3.11 Penerangan berkaitan haba peneutralan melibatkan asid lemah atau alkali lemah

- Haba peneutralan antara asid lemah dengan alkali lemah adalah yang paling rendah:
  - (a) Lebih banyak tenaga diperlukan untuk mengionkan kedua-dua asid lemah dan alkali lemah dengan lengkap.
  - (b) Oleh itu, ion hidrogen,  $\text{H}^+$  dan ion hidroksida,  $\text{OH}^-$  yang dihasilkan dapat bertindak balas dengan lengkap untuk menghasilkan satu mol air.



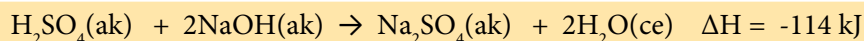
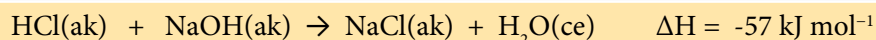
Bagaimanakah pula jika tindak balas peneutralan antara asid sulfurik,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  suatu asid diprotik dengan larutan natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$ ?



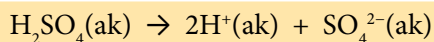
#### Kimia Tingkatan 4:

1. Kekuatan Asid dan Alkali
2. Kebebasan Asid

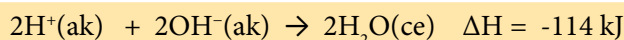
- Asid hidroklorik,  $\text{HCl}$  ialah asid monoprotik manakala asid sulfurik,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ialah asid diprotik.
- Peneutralan lengkap asid kuat diprotik dengan alkali kuat menghasilkan dua kali ganda kuantiti haba berbanding dengan asid kuat monoprotik.



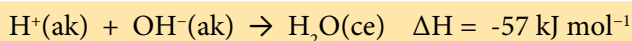
- Satu mol asid kuat diprotik seperti asid sulfurik,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  mengion dengan lengkap di dalam air untuk menghasilkan dua mol ion hidrogen,  $\text{H}^+$ :



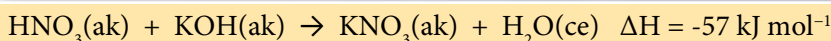
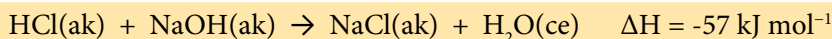
- Dua mol ion hidrogen,  $\text{H}^+$  akan menghasilkan dua mol air,  $\text{H}_2\text{O}$  apabila bertindak balas dengan dua mol ion hidroksida,  $\text{OH}^-$ . Sebanyak 114 kJ haba dibebaskan kerana dua mol air terbentuk.



- Haba penutralan asid sulfurik,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dengan larutan natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$  masih sama iaitu -57 kJ kerana maksud haba penutralan adalah haba yang dibebaskan bagi pembentukan satu mol air.



- Satu mol air dihasilkan apabila menggunakan asid monoprotik seperti asid hidroklorik,  $\text{HCl}$  atau asid nitrik,  $\text{HNO}_3$  dengan alkali kuat, natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$  atau kalium hidroksida,  $\text{KOH}$ .



### Contoh:

60  $\text{cm}^3$  larutan natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$  2.0  $\text{mol dm}^{-3}$  dicampurkan bersama dengan 60  $\text{cm}^3$  larutan asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  2.0  $\text{mol dm}^{-3}$ , suhu yang tertinggi larutan campuran ialah 40.5  $^\circ\text{C}$ . Suhu awal bagi larutan natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$  ialah 28.0  $^\circ\text{C}$  dan larutan asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ialah 28.0  $^\circ\text{C}$ . Hitungkan haba penutralan tersebut.

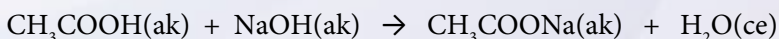
[Muatan haba tentu larutan,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1}^\circ\text{C}^{-1}$ ; ketumpatan larutan = 1  $\text{g cm}^{-3}$ ]

### Penyelesaian:

**Langkah 1: Hitungkan bilangan mol air,  $\text{H}_2\text{O}$  yang terbentuk.**

$$\text{Bilangan mol natrium hidroksida, NaOH} = \frac{2.0 \times 60}{1000} = 0.12 \text{ mol}$$

$$\text{Bilangan mol asid etanoik, CH}_3\text{COOH} = \frac{2.0 \times 60}{1000} = 0.12 \text{ mol}$$



Daripada persamaan, 1 mol natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$  yang bertindak balas dengan 1 mol asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  akan menghasilkan 1 mol air,  $\text{H}_2\text{O}$ .

Oleh itu, 0.12 mol natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$  yang bertindak balas dengan 0.12 mol asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  akan menghasilkan 0.12 mol air,  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Langkah 2: Hitungkan perubahan haba.**

$$\begin{aligned}
 \text{Haba yang dibebaskan dalam tindak balas, } Q &= mc\theta \\
 &= (60 + 60) \text{ g} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times (40.5 - 28.0) \text{ }^{\circ}\text{C} \\
 &= 6300 \text{ J} \\
 &= 6.3 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

**Langkah 3: Hitungkan perubahan haba untuk pembentukan 1 mol air.**

Pembentukan 0.12 mol air,  $\text{H}_2\text{O}$  membebaskan 6.3 kJ haba.

Maka pembentukan 0.12 mol air,  $\text{H}_2\text{O}$  membebaskan  $\frac{6.3 \text{ kJ}}{0.12 \text{ mol}}$  haba, iaitu  $52.5 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

**Langkah 4: Tuliskan haba peneutralan,  $\Delta\text{H}$ .**

Haba peneutralan,  $\Delta\text{H} = -52.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

**AKTIVITI****3B****PAK 21**

Apabila  $100 \text{ cm}^3$  asid hidroklorik cair,  $\text{HCl } 2.0 \text{ mol dm}^{-3}$  ditambahkan ke dalam  $100 \text{ cm}^3$  larutan natrium hidroksida,  $\text{NaOH}, 2.0 \text{ mol dm}^{-3}$ , suhu tindak balas meningkat dari  $30.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  kepada  $43.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . [Muatan haba tentu larutan,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ; ketumpatan larutan =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ]

- Hitungkan haba peneutralan.
- Tuliskan persamaan termokimia.
- Lukiskan gambar rajah aras tenaga.
- Ramalkan perubahan suhu jika asid hidroklorik,  $\text{HCl}$  digantikan dengan asid nitrik,  $\text{HNO}_3$  yang sama isi padu dan kepekatan. Jelaskan jawapan anda.

**Haba Pembakaran**

- Berdasarkan perbualan dalam Rajah 3.12, pembakaran bahan api akan memberikan jumlah haba yang berbeza. Pembakaran bahan api merupakan satu tindak balas eksotermik.

Cikgu, mengapakah kayu api yang digunakan untuk memasak mengambil masa yang lebih lama daripada memasak dengan menggunakan dapur gas?

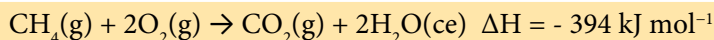
Setiap bahan membebaskan haba pembakaran yang berbeza.



Rajah 3.12 Memasak dengan menggunakan kayu api



- Pertimbangkan pembakaran lengkap metana,  $\text{CH}_4$  dalam oksigen,  $\text{O}_2$ .



- Persamaan termokimia itu menunjukkan apabila satu mol metana,  $\text{CH}_4$  terbakar dengan lengkap dalam oksigen,  $\text{O}_2$ , haba yang dibebaskan ialah 394 kJ.
- Haba yang dibebaskan itu dikenali sebagai haba pembakaran.

**Haba pembakaran** ialah haba yang dibebaskan apabila **satu mol bahan dibakar dengan lengkap** dalam oksigen,  $\text{O}_2$  berlebihan.



## Eksperimen 3B

### Menentukan Haba Pembakaran Pelbagai Jenis Alkohol

**PAK21** Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

**Tujuan:** Menentukan haba pembakaran pelbagai jenis alkohol.

**Penyataan masalah:** Adakah bilangan atom karbon per molekul alkohol mempengaruhi haba pembakaran?

**Hipotesis:** Semakin bertambah bilangan atom karbon per molekul alkohol, semakin tinggi haba pembakaran.

**Pemboleh ubah:**

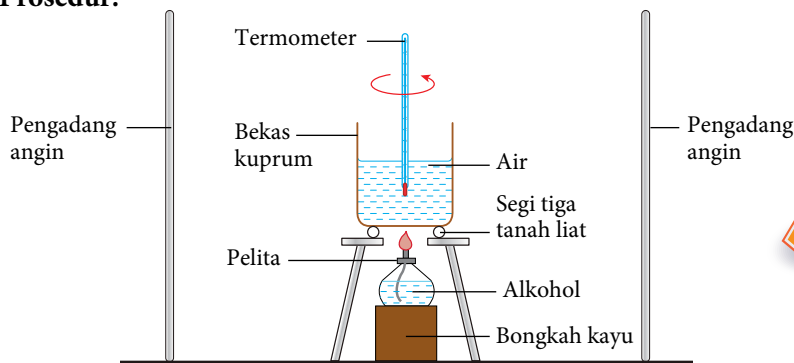
- Pemboleh ubah dimanipulasikan : Jenis alkohol.
- Pemboleh ubah bergerak balas : Haba pembakaran.
- Pemboleh ubah bergerak balas : Isi padu air.

**Link Topik** **Sebatian Karbon:** Pembakaran alkohol di halaman 86.

**Bahan:** Metanol,  $\text{CH}_3\text{OH}$ , etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , propanol,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ , butanol,  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  dan air,  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Radas:** Bekas kuprum, tungku kaki tiga, alas segi tiga tanah liat, termometer ( $0^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}$ ), silinder penyukat, pelita, penimbang elektronik, pengadang angin dan bongkah kayu.

**Prosedur:**



Rajah 3.13 Susunan radas untuk menentukan haba pembakaran

**Langkah Berjaga-jaga**

Pastikan nyalaan pelita menyentuh bahagian bawah bekas kuprum.

**AWAS**

Hati-hati mengendalikan alkohol. Alkohol mudah meruap dan terbakar.

1. Sukat  $200 \text{ cm}^3$  air dengan menggunakan silinder penyukat dan tuangkan ke dalam bekas kuprum.
2. Letakkan bekas kuprum di atas tungku kaki tiga seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.13.
3. Sukat dan rekodkan suhu awal air.
4. Isikan pelita dengan metanol,  $\text{CH}_3\text{OH}$  sehingga hampir tiga perempat penuh.
5. Timbang dan rekod jisim pelita bersama dengan penutup dan metanol dengan penimbang.
6. Letak pelita di bawah bekas kuprum dan nyalakan sumbu pelita.

7. Laraskan kedudukan pelita dengan bongkah kayu supaya nyalaan pelita menyentuh bahagian bawah bekas kuprum.
8. Kacau air di dalam bekas kuprum sepanjang eksperimen dengan termometer.
9. Padamkan nyalaan apabila suhu air meningkat sebanyak 30 °C. Rekodkan suhu tertinggi air itu.
10. Timbang dan rekod jisim pelita berserta penutup dan kandungannya selepas pembakaran dengan serta merta.
11. Ulangi langkah 1 hingga 10 dengan menggunakan etanol,  $C_2H_5OH$ , propanol,  $C_3H_7OH$  dan butanol,  $C_4H_9OH$  untuk menggantikan metanol,  $CH_3OH$ .

### Keputusan:

Bina jadual bersesuaian untuk merekod bacaan anda.

### Perbincangan:

1. Bagi semua alkohol yang digunakan dalam eksperimen ini:
  - (a) Tentukan haba pembakaran,  $\Delta H$ .  
[Diberi : Muatan haba tentu air,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; ketumpatan air =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ]
  - (b) Tuliskan persamaan termokimia bagi pembakaran alkohol.
  - (c) Lukiskan gambar rajah aras tenaga bagi pembakaran alkohol.
2. Apakah hubungan bilangan atom karbon per molekul di dalam alkohol dengan nilai haba pembakaran?
3. Nyatakan definisi secara operasi bagi haba pembakaran alkohol dalam eksperimen ini.
4. Mengapakah bekas kuprum digunakan dalam eksperimen ini?
5. Perhatikan di bahagian bawah bekas kuprum. Apakah pemerhatian anda? Namakan bahan yang terbentuk dan berikan sebab bagi pembentukan bahan itu.
6. Senaraikan langkah berjaga-jaga bagi mendapatkan keputusan yang lebih tepat dalam eksperimen ini.



Jujur dan tepat dalam merekod dan mengesahkan data.

### Kesimpulan:

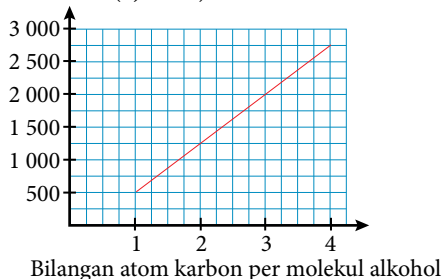
Adakah hipotesis dapat diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.

- Molekul alkohol mengandungi atom karbon, C, hidrogen, H dan oksigen, O. Pembakaran lengkap alkohol membebaskan karbon dioksida,  $CO_2$  dan air,  $H_2O$ . Pembakaran alkohol juga membebaskan tenaga, iaitu tindak balas eksotermik. Rajah 3.14 menunjukkan graf haba pembakaran alkohol melawan bilangan atom karbon per molekul alkohol.

Haba pembakaran ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )

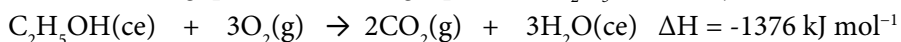


Rajah 3.14 Graf haba pembakaran alkohol melawan bilangan atom karbon per molekul alkohol

- Apabila bilangan atom karbon per molekul alkohol bertambah maka pembakaran alkohol menghasilkan lebih banyak molekul karbon dioksida dan air. Oleh itu, semakin banyak haba dibebaskan.
- Peningkatan nilai haba pembakaran antara ahli alkohol berturutan adalah hampir sama. Hal ini kerana setiap ahli alkohol berbeza daripada ahli yang berikutnya dengan satu kumpulan  $CH_2$ .

**Contoh:**

Persamaan termokimia bagi pembakaran lengkap etanol,  $C_2H_5OH$  ditunjukkan di bawah.



Hitungkan jisim etanol,  $C_2H_5OH$  yang diperlukan untuk membakar dengan lengkap dalam oksigen berlebihan supaya dapat menaikkan suhu  $200 \text{ cm}^3$  air sebanyak  $50.0 \text{ }^\circ\text{C}$ . (Andaikan tiada haba yang hilang ke persekitaran)

[Muatan haba tentu air,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; Ketumpatan air =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ; Jisim molar etanol =  $46 \text{ g mol}^{-1}$ ]

**Penyelesaian:**

**Langkah 1: Hitungkan haba yang dibebaskan daripada pembakaran etanol,  $C_2H_5OH$ .**

Haba yang dibebaskan,  $Q = mc\theta$

$$= 200 \text{ g} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \times 50.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$= 42000 \text{ J}$$

$$= 42 \text{ kJ}$$

**Langkah 2: Hitungkan jisim etanol,  $C_2H_5OH$ .**

Daripada persamaan termokimia, 1376 kJ haba dibebaskan daripada pembakaran 1 mol etanol,  $C_2H_5OH$ .

Oleh itu, 42 kJ haba dibebaskan daripada  $\frac{42 \times 1 \text{ mol}}{1376}$  etanol,  $C_2H_5OH$ , iaitu 0.03 mol etanol,  $C_2H_5OH$ .

Jisim etanol,  $C_2H_5OH = 0.03 \text{ mol} \times 46 \text{ g mol}^{-1}$   
 $= 1.38 \text{ g}$

Portal  
Kimia



**Aktiviti Pengiraan  
Haba Pembakaran**

<https://bit.ly/kpkt5n38>



Selesaikan masalah yang berikut.

Gunakan muatan haba tentu larutan,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; Ketumpatan larutan =  $1 \text{ g cm}^{-3}$

1.  $50 \text{ cm}^3$  larutan kalsium klorida,  $CaCl_2$   $2.0 \text{ mol dm}^{-3}$  dicampurkan dengan  $50 \text{ cm}^3$  larutan natrium karbonat,  $Na_2CO_3$   $2.0 \text{ mol dm}^{-3}$ . Suhu campuran menurun daripada  $27.0 \text{ }^\circ\text{C}$  kepada  $23.0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Hitungkan haba pemendakan kalsium karbonat,  $CaCO_3$ .
2. Dalam suatu eksperimen, serbuk magnesium, Mg berlebihan ditambahkan ke dalam  $50 \text{ cm}^3$  larutan ferum(II) sulfat,  $FeSO_4$   $0.25 \text{ mol dm}^{-3}$  pada suhu  $29.0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Persamaan termokimia:  

$$Mg(p) + Fe^{2+}(ak) \rightarrow Mg^{2+}(ak) + Fe(p) \quad \Delta H = -80.6 \text{ kJ mol}^{-1}$$
 Hitungkan suhu tertinggi yang tercapai dalam eksperimen ini.
3. Jadual 3.4 menunjukkan nilai haba penutralan,  $\Delta H$  bagi tindak balas larutan natrium hidroksida, NaOH dengan dua asid yang berlainan.

Jadual 3.4

Bahan tindak balas	$\Delta H$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
Larutan natrium hidroksida dan asid etanoik	-57
Larutan natrium hidroksida dan asid hidroklorik	-57

Terangkan sebab terdapat perbezaan dalam nilai haba penutralan,  $\Delta H$ .

## 3.3

## APLIKASI TINDAK BALAS EKSOtermik DAN ENDOTermik DALAM KEHIDUPAN HARIAN

- Penemuan cara membuat api dianggap salah satu peradaban manusia yang penting.
- Tenaga yang dihasilkan melalui pembakaran membenarkan manusia untuk mengusir binatang liar, memasak makanan dan mengawal sumber cahaya serta kepanasan mereka sendiri.
- Pengetahuan tentang tindak balas eksotermik dan tindak balas endotermik telah memungkinkan kehidupan manusia lebih selesa.
- Satu contoh aplikasi yang telah anda pelajari dalam tingkatan tiga ialah penggunaan pek sejuk dan pek panas.

### Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 3.3.1 Menyatakan beberapa contoh aplikasi tindak balas eksotermik dan endotermik dalam kehidupan harian.
- 3.3.2 Menganalisis nilai bahan api.

### Contoh-contoh Aplikasi Tindak Balas Eksotermik dalam Kehidupan Harian



**Hot Can**

Makanan atau minuman tersedia panas tanpa pemanasan dari luar.



**Tindak balas termit**

Digunakan untuk kimpalan kereta api.



**Pembakaran bahan api**

Digunakan untuk memasak.

### Contoh-contoh Aplikasi Tindak Balas Endotermik dalam Kehidupan Harian



**Pad gel**

Meredakan demam.



**Tin minuman sejuk sendiri**

Minuman di dalam tin sejuk tanpa disimpan di dalam peti sejuk atau ais.



**Serbat**

Lidah akan berasa sejuk semasa memakan serbat.

Portal Kimia



Beg Udara

<https://bit.ly/kpkt5v31>



**Cabaran Minda**

Perpeluhan menyebabkan badan berasa sejuk. Adakah perpeluhan tindak balas endotermik atau tindak balas eksotermik? Terangkan sebab bagi jawapan anda.





## AKTIVITI 3C



Alex menggemari aktiviti perkemahan dan menyukai minuman sejuk. Bagaimanakah anda dapat membantu Alex menikmati minuman sejuk ketika berkhemah? Berdasarkan daripada sumber bacaan atau laman sesawang tentang tindak balas eksotermik dan tindak balas endotermik, bagaimanakah anda dapat membantu Alex?

Anda dikehendaki menyelesaikan masalah ini dengan mereka cipta pek sejuk supaya Alex dapat menikmati jus oren sejuk. Sediakan laporan lengkap melibatkan bahan dan radas yang digunakan, prosedur penyediaan pek sejuk, data yang diperolehi, lakaran gambar rajah pek sejuk dan kelebihan pek sejuk yang dihasilkan. Anda diminta mempersembahkan hasil reka cipta pek sejuk itu dengan kreatif.

### Apakah nilai bahan api?

- Bahan api ialah sebatian yang terbakar dalam udara untuk menghasilkan tenaga haba.
- Setiap bahan api mempunyai haba pembakaran yang berlainan.

Nilai bahan api ialah kuantiti tenaga yang terbebas apabila satu gram bahan api dibakar dengan lengkap dalam oksigen yang berlebihan.

- Unit bagi nilai bahan api ialah  $\text{kJ g}^{-1}$ .
- Nilai bahan api dapat ditentukan dengan haba pembakaran bahan.

$$\text{Nilai bahan api (kJ g}^{-1}\text{)} = \frac{\text{haba pembakaran bahan (kJ mol}^{-1}\text{)}}{\text{jisim molar bahan (g mol}^{-1}\text{)}}$$

#### • Contoh penghitungan:

Haba pembakaran oktana,  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  ialah  $-5\,500 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

Hitungkan nilai bahan api bagi oktana,  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ .

[Diberikan: Jisim atom relatif: H = 1, C = 12]

#### Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Jisim molar oktana, } \text{C}_8\text{H}_{18} &= 8(12) + 18(1) \\ &= 114 \text{ g mol}^{-1} \end{aligned}$$

Pembakaran lengkap  $114 \text{ g}$  oktana,  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  membebaskan  $5\,500 \text{ kJ}$  haba.

Maka, pembakaran  $1 \text{ g}$  oktana,  $\text{C}_8\text{H}_{18}$

$$= \frac{5\,500 \text{ kJ mol}^{-1}}{114 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$= 48.2 \text{ kJ g}^{-1}$$

Maka, nilai bahan api bagi oktana,  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  ialah  $48.2 \text{ kJ g}^{-1}$



Sarawak Cipta Biogas Kanji Rumbia Pertama di Dunia

<https://bit.ly/kpkt5n28>



Bahan api kenderaan dikenali sebagai RON 95 atau RON 97, RON merujuk kepada *Research Octane Number*. Lebih tinggi RON bahan api, lebih susah bahan api terbakar. Lebih rendah RON lebih mudah bahan api terbakar.



- Oktana mempunyai nilai bahan api yang lebih tinggi berbanding metana seperti dalam Jadual 3.5, namun pembakarannya akan menghasilkan lebih banyak jelaga. Jika diberi pilihan, bahan api manakah yang akan anda pilih untuk memasak?
- Kewajaran pemilihan bahan api yang bersesuaian untuk pelbagai kegunaan bergantung kepada beberapa faktor seperti yang disenaraikan dalam Rajah 3.15.

Jadual 3.5 Nilai bahan api

Bahan api	Nilai bahan api ( $\text{kJ g}^{-1}$ )
Kayu	20
Metana	27
Arang	30
Etanol	30
Petrol	34
Kerosin	37
Gas Asli	50
Hidrogen	143



Rajah 3.15 Faktor-faktor pemilihan bahan api

- Mari kita jalankan Aktiviti 3D untuk membincangkan kewajaran pemilihan bahan api dengan lebih lanjut.

## AKTIVITI 3D



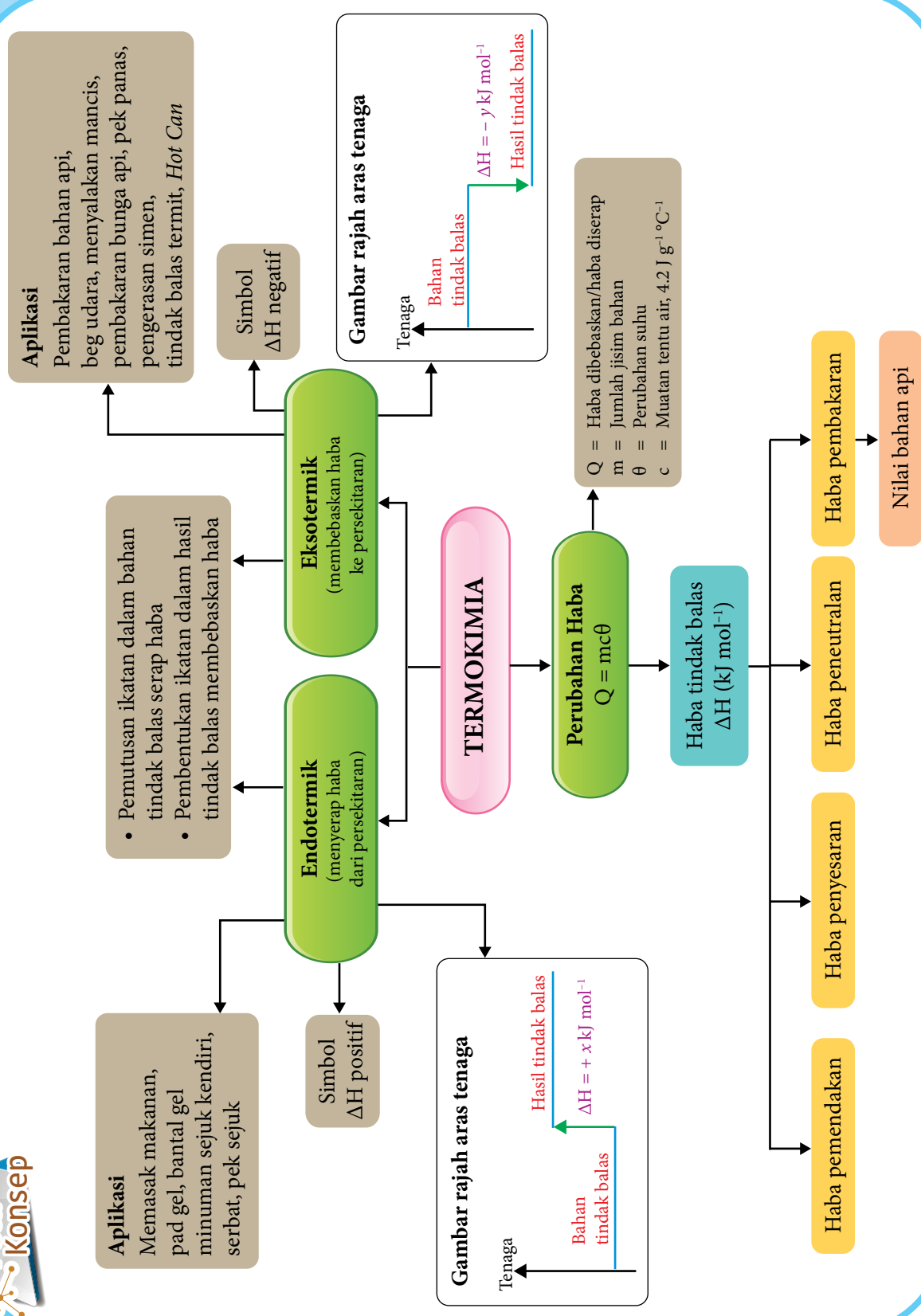
1. Jalankan aktiviti ini secara perbincangan berkumpulan.
2. Dengan menggunakan pengetahuan tentang nilai bahan api yang anda telah pelajari, pilih bahan api yang sesuai digunakan untuk kegiatan harian seperti menggoreng telur atau memasak bertih jagung.
3. Wajarkan pemilihan bahan api kumpulan anda dan bentangkan hasil perbincangan di dalam kelas.

## Upp Diti 3.3

1. Nyatakan maksud nilai bahan api.
2. Jadual 3.6 menunjukkan nilai bahan api bagi beberapa jenis bahan api.
  - (a) Berdasarkan Jadual 3.6, pilih satu bahan api yang sesuai untuk menggantikan petrol dalam kenderaan.
  - (b) Bandingkan bahan api yang anda pilih itu dengan petrol dari segi kesan terhadap alam sekitar.

Jadual 3.6

Bahan api	Nilai bahan api ( $\text{kJ g}^{-1}$ )
Etanol	30
Petrol	34
Gas asli	50
Gas hidrogen	143





## Refleksi KENDIRI

1. Adakah anda telah menguasai topik **Termokimia**?
2. Apakah kandungan dalam topik **Termokimia** yang ingin anda pelajari dengan lebih mendalam? Mengapa?
3. Bagaimanakah topik **Termokimia** dapat memberikan manfaat kepada anda dalam kehidupan seharian?
4. Bagaimanakah anda menilai kemampuan anda untuk menerangkan kandungan dalam topik **Termokimia** kepada rakan anda?
5. Apakah yang dapat anda lakukan untuk meningkatkan kefahaman anda bagi topik **Termokimia**?



## UJIAN PENCAPAIAN

Gunakan maklumat:

[Muatan haba tentu larutan,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; ketumpatan larutan =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ]

1. Dalam satu eksperimen  $100 \text{ cm}^3$  asid hidroklorik cair, HCl dicampurkan dengan  $100 \text{ cm}^3$  larutan natrium hidroksida, NaOH di dalam cawan polistirena. Kepekatan asid dan alkali adalah sama. Suhu campuran itu bertambah sebanyak  $7.0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Hitungkan nilai haba yang dibebaskan dalam eksperimen itu.
2. Artikel di bawah merujuk kepada trem pertama di dunia yang menggunakan bahan api hidrogen.




### TREM BERKUASA HIDROGEN DIBANGUNKAN DI CHINA

Dalam usaha untuk mengurangkan pembebasan gas rumah hijau yang banyak dan berbahaya, syarikat SIFANG telah mencipta trem berkuasa hidrogen pertama di China. Trem tersebut beroperasi sepenuhnya dengan sel bahan api hidrogen. Apabila 1 mol hidrogen dibakar, haba terbebas ialah 282 kJ. Kelajuan yang tertinggi hanyalah 70 kilometer sejam dan digunakan di kawasan bandar sahaja. Trem ini direka untuk membawa 380 penumpang.

(Sumber: <http://www.altemative-energy-news.info/hydrogen-powered-tram>)

Berdasarkan artikel:


- (a) (i) Adakah tindak balas tersebut tindak balas endotermik atau eksotermik? Jelaskan jawapan anda.
- (ii) Tuliskan persamaan termokimia bagi pembakaran hidrogen, dan
- (iii) Lukis gambar rajah aras tenaga untuk pembakaran hidrogen.
- (b) Dalam satu eksperimen, 50 g cecair hidrogen dibakar dalam oksigen berlebihan. [Jisim atom relatif: H = 1]  
Hitung
  - (i) Bilangan mol hidrogen yang digunakan.
  - (ii) Jumlah tenaga yang dibebaskan apabila 50 g hidrogen dibakar.
- (c) Wajarkan penggunaan hidrogen sebagai bahan api fosil. 

Portal  
Kimia  



Latihan  
Tambahan  
<https://bit.ly/kpkt5n11>

## Sudut Pengayaan

Bahan kimia yang digunakan dalam pek panas bersifat eksotermik apabila bertindak balas dengan air. Tindak balas logam natrium dengan air juga bersifat eksotermik. Pada pendapat anda, adakah logam natrium dapat digunakan dalam penyediaan pek panas? Berikan sebab bagi jawapan anda. 



# TEKNOLOGI BIDANG KIMIA

## TEMA 4

Tema ini memberi kesedaran dan kefahaman tentang penekanan kepada aplikasi kimia dalam kehidupan harian dan industri seiring dengan teknologi semasa untuk kemaslahatan masyarakat. Skop polimer yang dikaji merangkumi maksud, pengelasan, kegunaan dan kesan penggunaannya terhadap alam sekitar. Pengenalan kepada industri makanan dan bahan konsumer menggalakkan penglibatan murid dalam bidang keusahawanan. Aplikasi pengetahuan nanoteknologi dan Teknologi Hijau bertujuan untuk meningkatkan kesedaran murid tentang tanggungjawab mereka terhadap kelestarian alam sekitar.





Bab

4

# POLIMER

## **Kata Kunci**

- Monomer
- Polimer
- Polimer elastomer
- Polimer semula jadi
- Polimer sintetik
- Polimer termoplastik
- Polimer termoset
- Pempolimeran
- Pemvulkanan
- Penggumpalan
- Rangkaian silang sulfur

Apakah yang akan anda pelajari?

- 4.1 Polimer
- 4.2 Getah asli
- 4.3 Getah sintetik



## Buletin

Polimer dicipta pada penghujung abad ke-19 dalam usaha untuk menggantikan gading gajah yang digunakan sebagai bola permainan biliard. Bakelit kemudiannya dicipta oleh Leo Baekeland pada tahun 1907. Sains polimer terus berkembang hingga kini dengan penghasilan pelbagai polimer baharu bagi memenuhi keperluan teknologi dan kehidupan moden.

(Sumber: <https://www.sciencehistory.org/the-history-and-future-of-plastics>)

Apakah yang dapat dihasilkan menggunakan polimer?



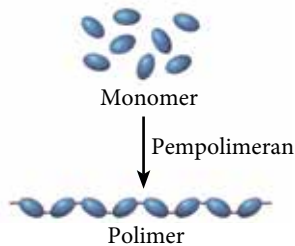
Apakah ciri-ciri getah tervulkan?

Bagaimanakah penggumpalan lateks dapat dielakkan?

## 4.1 POLIMER



Gambar foto 4.1 Pelbagai barangan yang dihasilkan daripada polimer



Rajah 4.1 Penghasilan polimer daripada monomer

### Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 4.1.1 Menerangkan polimer.
- 4.1.2 Menjelaskan tindak balas pempolimeran melalui aktiviti.
- 4.1.3 Mewajarkan kegunaan polimer dalam kehidupan harian.

### Tahukah anda?

“Poli-” berasal daripada perkataan bahasa Inggeris *poly-* yang bermaksud banyak.

### Apakah polimer?

- Terdapat pelbagai barangan di sekeliling kita yang terdiri daripada polimer seperti protein, kanji, polietena dan nilon. Apakah yang dimaksudkan dengan polimer?

Polimer ialah molekul berantai panjang yang terhasil daripada pencantuman banyak ulangan unit asas.

- Unit asas bagi polimer dinamakan **monomer**.
- Tindak balas pencantuman monomer untuk menghasilkan polimer dinamakan **tindak balas pempolimeran** seperti ditunjukkan dalam Rajah 4.1.
- Polimer dapat dikelaskan kepada beberapa kumpulan berdasarkan sumber polimer, cara polimer dihasilkan dan ciri-ciri polimer yang terhasil.

Portal Kimia



Pempolimeran

<https://bit.ly/kpkt5v33>

### Sumber Polimer

- Polimer terdiri daripada polimer semula jadi atau polimer sintetik.
- Polimer semula jadi merupakan polimer yang terhasil secara semula jadi dan dapat diperolehi daripada alam sekeliling.
- Antara contoh polimer semula jadi ialah kanji, protein dan kapas.
- Polimer sintetik pula dihasilkan oleh manusia melalui tindak balas kimia di makmal atau di kilang-kilang.
- Nilon, polietena, polistirena dan polivinil klorida (PVC) adalah antara contoh polimer sintetik yang dihasilkan dalam sektor perindustrian.



Kanji ialah sejenis polimer semula jadi yang terhasil daripada glukosa.

### Tahukah anda?

Istilah "plastik" ialah nama umum yang merujuk kepada polimer sintetik. Kemajuan teknologi membolehkan plastik dengan pelbagai ciri-ciri istimewa dihasilkan.



Nilon dapat digunakan untuk menghasilkan pelbagai produk seperti tali dan pakaian.



Daging ialah salah satu sumber protein. Protein dihasilkan daripada asid amino yang merupakan sejenis monomer.

Jadual 4.1 Contoh-contoh nama polimer dan monomer

Sumber polimer	Polimer	Monomer
Semula jadi	Kanji	Glukosa
Semula jadi	Selulosa	Glukosa
Semula jadi	Protein	Asid amino
Semula jadi	Getah asli	Isoprena
Sintetik	Polistirena	Stirena
Sintetik	Polipropena	Propena
Sintetik	Polivinil klorida	Vinil klorida



Polimer sering dianggap sebagai bahan yang dihasilkan oleh industri dan mencemarkan alam sekitar. Terdapat pelbagai jenis polimer semula jadi yang wujud di sekeliling kita.

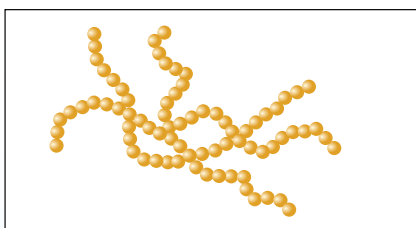
Portal  
Kimia



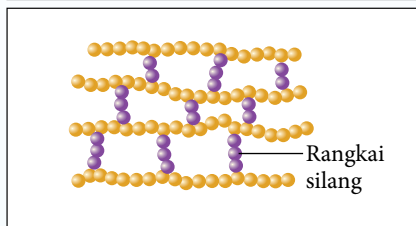
Polimer

<https://bit.ly/kpkt5v34>

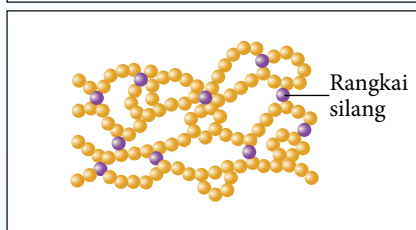
## Jenis-jenis Polimer



- **Polimer termoplastik** ialah polimer yang dapat diacu berulang kali selepas dipanaskan dan boleh dikitar semula.
- Apabila dipanaskan, polimer termoplastik melebur dan mengeras apabila disejukkan.
- Contoh: Polietena, polivinil klorida (PVC), nilon.



- **Polimer termoset** tidak dapat diacu semula selepas dipanaskan.
- Polimer termoset biasanya akan terurai atau hangus apabila dipanaskan dan tidak dapat dikitar semula.
- Contoh: Melamina, bakelit.



- **Polimer elastomer** dapat diregang dan kembali kepada bentuk asal selepas dilepaskan.
- Mempunyai sifat elastik yang tinggi.
- Contoh: Poliuretana, getah stirena-butadiena (SBR).



## AKTIVITI 4A

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Dapatkan maklumat tentang perkara yang berikut dengan melayari internet atau menggunakan buku rujukan tambahan di perpustakaan.
  - (a) Perbezaan antara polimer semula jadi dan polimer sintetik.
  - (b) Contoh-contoh polimer semula jadi dan polimer sintetik.
3. Hasilkan poster infografik yang menarik dengan menggunakan pendekatan peta buih berganda.
4. Persembahkan dapatan kumpulan masing-masing kepada kelas melalui aktiviti *Gallery Walk*.

PAK21

## Tindak Balas Pempolimeran

- Tindak balas pempolimeran dapat dibahagikan kepada dua jenis, iaitu **pempolimeran penambahan** dan **pempolimeran kondensasi**. Mari kita pelajari dua jenis tindak balas pempolimeran ini dengan lebih lanjut.

### Pempolimeran Penambahan



#### Link Topik **Sebatian Karbon:**

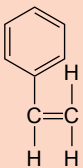
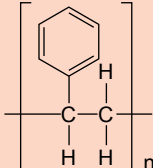
Tindak balas pempolimeran penambahan di halaman 85.

- Pempolimeran penambahan berlaku apabila monomer yang mempunyai ikatan kovalen ganda dua antara karbon, C=C bertindak balas antara satu sama lain.
- Contoh polimer yang terhasil melalui pempolimeran penambahan ditunjukkan dalam Jadual 4.2 berserta monomer masing-masing.

#### Cabaran Minda

Bolehkah kumpulan hidrokarbon tepu menjalani proses pempolimeran penambahan? Mengapa?

**Jadual 4.2** Senarai polimer yang terhasil melalui pempolimeran penambahan dan monomer yang terlibat

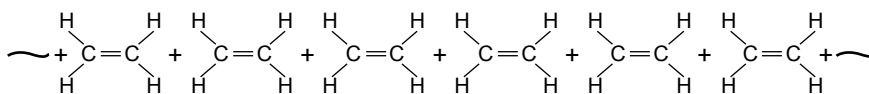
Monomer	Polimer	Ciri-ciri	Kegunaan
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{C}=\text{C} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ <p>Etena</p>	$\left[ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \right]_n$ <p>Polietena</p>	Tahan lasak dan kuat.	Beg plastik, botol plastik dan plastik pembungkus.
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{C}=\text{C} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Propena</p>	$\left[ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$ <p>Polipropena</p>	Tahan lasak.	Alat mainan dan tekstil.
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{Cl} \\   \quad   \\ \text{C}=\text{C} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ <p>Kloroetena (vinil klorida)</p>	$\left[ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{Cl} \\   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \right]_n$ <p>Polikloroetena (Polivinil klorida, PVC)</p>	Kuat dan keras.	Paip air dan penebat elektrik.
 <p>Stirena</p>	 <p>Polistirena</p>	Ringan dan penebat haba.	Penebat haba dan pembungkus makanan.



- Sewaktu tindak balas, ikatan ganda dua “dibuka” dan monomer “ditambah” pada rantai molekul untuk menghasilkan polimer.
- Contoh tindak balas yang berlaku ditunjukkan pada Rajah 4.2.

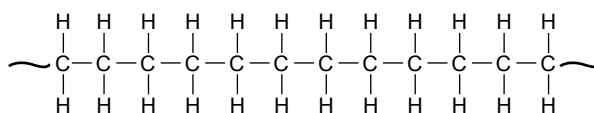
**Tahukah anda?**

Polietena juga dikenali sebagai polietena atau polietilena.



Molekul etena

Tindak balas pempolimeran

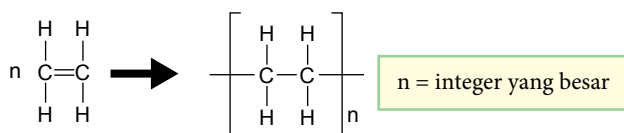


Polietena



Gambar foto 4.2 Produk daripada polietena

Diringkaskan,



Rajah 4.2 Tindak balas pempolimeran penambahan untuk menghasilkan polietena

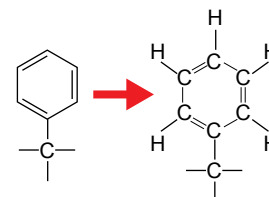
Portal Kimia



Pempolimeran Etena

<https://bit.ly/kpkt5v35>**INFO**

Kumpulan fenil ialah hidrokarbon siklik dengan formula  $\text{-C}_6\text{H}_5$  boleh juga dilukis seperti di sebelah.

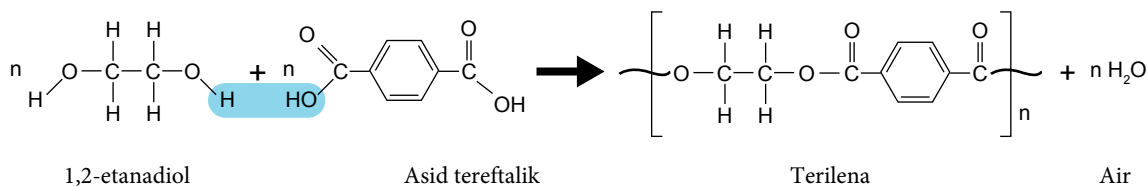
**Pempolimeran Kondensasi**

- Pempolimeran kondensasi melibatkan sekurang-kurangnya dua jenis monomer yang berbeza.
- Monomer yang terlibat memiliki dua kumpulan berfungsi yang akan terlibat dalam tindak balas pempolimeran.
- Hasil pempolimeran kondensasi ialah polimer dan satu produk lain seperti air atau molekul HCl.
- Tindak balas pempolimeran kondensasi untuk menghasilkan terilena, sejenis poliester dan nilon, sejenis poliamida ditunjukkan pada Rajah 4.3 dan 4.4.

Portal Kimia



Pempolimeran Kondensasi

<https://bit.ly/kpkt5v36>

1,2-etanadiol

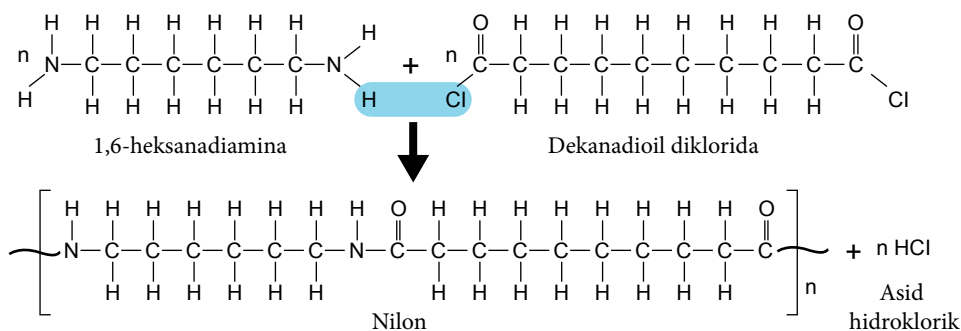
Asid tereftalik

Terilena

Air

Rajah 4.3 Tindak balas pempolimeran kondensasi untuk menghasilkan terilena





Rajah 4.4 Tindak balas pempolimeran kondensasi untuk menghasilkan nilon


**Aktiviti Penghasilan Nilon**
<https://bit.ly/kpkt5v30>
**Aktiviti Makmal 4A Penghasilan Nilon**

**Tujuan:** Menghasilkan nilon dan mengkaji sifat nilon yang dihasilkan.

**Bahan :** 1,6-diaminoheksana,  $\text{C}_6\text{H}_{16}\text{N}_2$ , dekanadioil diklorida,  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{Cl}_2\text{O}_2$ , heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ , serbuk natrium hidroksida, NaOH dan air suling.

**Radas :** Rod kaca, bikar, penyepit dan silinder penyukat.

**Prosedur:**

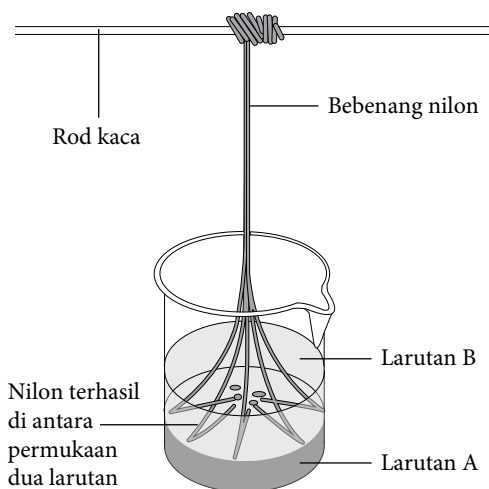
1. Larutkan  $2 \text{ cm}^3$  dekanadioil diklorida,  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{Cl}_2\text{O}_2$  ke dalam  $50 \text{ cm}^3$  heksana,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  dan labelkan sebagai Larutan A.
2. Larutkan  $3 \text{ cm}^3$  1,6-diaminoheksana,  $\text{C}_6\text{H}_{16}\text{N}_2$  dan 1 g serbuk natrium hidroksida, NaOH ke dalam  $50 \text{ cm}^3$  air suling serta labelkan sebagai Larutan B.
3. Dengan menggunakan rod kaca, Larutan B dituangkan dengan perlahan-lahan ke dalam Larutan A bagi mengelakkan percampuran.
4. Sepitkan lapisan yang terbentuk antara dua lapisan cecair dengan menggunakan penyepit dan lilitkan pada rod kaca seperti ditunjukkan pada Rajah 4.5.
5. Pusingkan rod kaca secara perlahan-lahan untuk menarik keluar nilon yang terhasil sehingga tiada lagi nilon dihasilkan.
6. Nilon yang terhasil pada rod kaca dicuci dengan air suling sebelum dikeringkan.

**Perbincangan:**

1. Dengan menggunakan lembar nilon yang anda hasilkan, bincangkan:
  - (a) Kekuatan nilon
  - (b) Kekenyalan nilon
  - (c) Ketahanan terhadap haba
2. Nyatakan kegunaan nilon.


**Langkah Berjaga-jaga**

- Pastikan anda memakai sarung tangan getah sepanjang menjalankan aktiviti ini.
- Aktiviti ini perlu dijalankan di dalam kebuk wasap.
- Kacau dan campurkan Larutan A dan Larutan B sepenuhnya sebelum dibuang.



Rajah 4.5



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.



## AKTIVITI 4B

PAK21

1. Jalankan aktiviti secara berkumpulan.
2. Setiap ahli kumpulan perlu mendapatkan maklumat tentang salah satu aspek yang berikut:
  - (a) Pempolimeran kondensasi.
  - (b) Pempolimeran penambahan.
  - (c) Sifat-sifat dan kegunaan nilon.
3. Kongsikan hasil dapatan melalui aktiviti *Stay-Stray*.

### Penggunaan Polimer dalam Kehidupan Sehari-hari

- Polimer sintetik digunakan dalam pelbagai aspek kehidupan kerana memiliki ciri-ciri yang tidak terdapat pada polimer semula jadi antaranya:

Penebat haba yang baik

Ringan, kuat dan keras

Ciri-ciri Polimer Sintetik

Bersifat lengai dan tidak reaktif

Daya tahan haba yang tinggi

### Kegunaan Polimer Sintetik



Pelbagai alatan perubatan dan makmal dihasilkan daripada polipropena.



Penggunaan polietena yang paling meluas adalah sebagai beg plastik.



Nilon menghasilkan benang yang penting untuk industri tekstil.



Penyalutan polimer akrilik digunakan untuk menghasilkan bumbung kalis air.

### Polimer dan Alam Sekitar

- Kepelbagaian ciri yang terdapat pada polimer menyebabkan permintaan dan penggunaannya semakin meningkat saban tahun.
- Sifat sesetengah polimer yang tahan lasak dan mengambil masa yang sangat lama untuk terurai menyebabkan masalah pencemaran yang serius.
- Pencemaran di lautan menyebabkan banyak hidupan mati dan mikroplastik memasuki rantai makanan.
- Pusat pelupusan sampah pula dipenuhi dengan beg plastik tidak terbiodegradasi yang akan memberi kesan kepada alam sekitar.
- Apakah yang anda dapat lakukan untuk mengatasi masalah ini?



Gambar foto 4.3 Kesan pencemaran plastik terhadap alam sekitar



Beg plastik ialah bahan buangan polimer yang terbanyak di Malaysia. Tahukah anda, Malaysia telah melancarkan *Roadmap Penggunaan Plastik Sekali Guna Sifar 2018-2030* bagi mengatasi masalah ini?

Portal Kimia



Pelan Hala Tuju Malaysia ke Arah Sifar Penggunaan Plastik Sekali Guna

<https://bit.ly/kpkt5n12>

- Seiring dengan perkembangan bidang sains dan Teknologi Hijau, pelbagai cara telah diperkenalkan untuk memastikan penggunaan polimer dengan lebih lestari.
- Kitar semula merupakan cara termudah bagi pengguna untuk memastikan polimer sintetik tidak berakhir di tapak pelupusan sampah.
- Pengenalan polimer terdegradasi atau boleh urai terutama bagi barangan plastik membolehkan pencemaran dapat dikurangkan.
- Bahan tambah dimasukkan untuk membolehkan barangan plastik terurai secara semula jadi oleh bakteria (biodegradasi) atau terurai dengan cahaya (fotodegradasi).
- Barangan plastik akan terurai dengan lebih cepat dan dapat mengurangkan masalah lambakan barangan plastik di tapak pelupusan sampah di samping lebih selamat kepada haiwan liar.

Portal Kimia  



Kod Identifikasi Plastik

<https://bit.ly/kpkt5n13>

### Tahukah anda?

Botol plastik mengambil masa sehingga 450 tahun untuk terurai sepenuhnya. Bagaimanakah dengan bahan buangan daripada polimer yang lain?

Hari pertama

Selepas 30 hari

Selepas 55 hari



Gambar foto 4.4 Plastik fotodegradasi

(Sumber: <https://www.atl-dunbar.co.uk/polythene-alternatives-for-packaging>, 2018)



Gambar foto 4.5 Cawan plastik biodegradasi

Portal Kimia  



Penguraian Sisa Pepejal

<https://bit.ly/kpkt5v37>



## AKTIVITI


4C

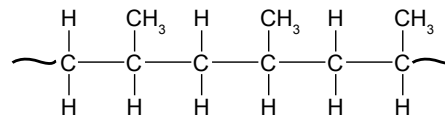
PAK21 

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Dapatkan maklumat tentang pencemaran yang melibatkan polimer dan cara untuk mengatasinya.
3. Hasilkan brosur ringkas yang mengandungi maklumat daripada hasil dapatan sebagai satu kempen kesedaran tentang penggunaan polimer secara lestari.
4. Edarkan brosur ke setiap kelas di sekolah anda.



## Uji Diri 4.1

1. Rajah 4.6 menunjukkan struktur sejenis polimer.
  - (a) Berapakah jenis monomer yang diperlukan untuk menghasilkan polimer ini?
  - (b) Lukis dan namakan monomer yang terlibat.
2. Polimer sintetik lebih kuat dan tahan lama berbanding polimer semula jadi. Wajarkan penggunaan polimer sintetik dalam kehidupan seharian. 



Rajah 4.6



## 4.2 GETAH ASLI

### Getah dan Sejarah

- Pokok getah atau nama saintifiknya *Hevea brasiliensis* telah dibawa ke Malaysia pada tahun 1877 dan terus berkembang sebagai antara komoditi penting negara sehingga kini. Antara eksport utama Malaysia ialah sarung tangan getah, kondom dan kateter.

### Standard Pembelajaran

#### Murid boleh:

- 4.2.1 Menerangkan getah asli dari segi penamaan, formula struktur dan sifatnya.
- 4.2.2 Mengeksperimen penggumpalan lateks.
- 4.2.3 Menerangkan proses pemvulkanan getah dengan menggunakan sulfur melalui aktiviti.
- 4.2.4 Mengkaji sifat kekenyalan getah tervulkan dan getah tak tervulkan melalui eksperimen.



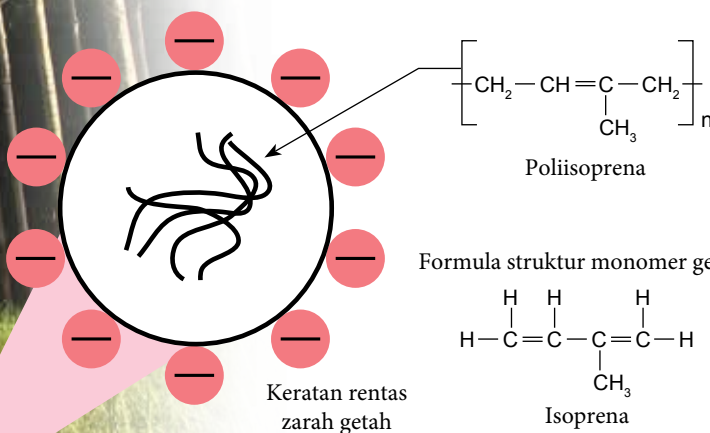
### Cabaran Minda

Dapatkah anda mengenal pasti siri homolog bagi monomer getah asli?

### Tahukah anda?

Lateks ialah sejenis koloid dan bukan larutan. Zarah getah tidak larut di dalam air sebaliknya tersebar secara berasingan di dalam air.

- Lateks merupakan cecair berwarna putih yang diperoleh daripada pokok getah apabila kulit pokok getah ditoreh.
- Getah asli terdapat di dalam lateks dan merupakan sejenis polimer semula jadi yang dinamakan poliisoprena.



Lateks terhasil daripada torehan pada kulit pokok getah

- Monomer bagi poliisoprena ialah isoprena atau dengan nama IUPAC 2-metilbut-1,3-diena.
- Membran protein zarah getah bercas negatif pada permukaan luar.
- Hal ini menyebabkan zarah-zarah getah menolak antara satu sama lain dan mengelakkan getah daripada menggumpal.

## Ciri-ciri Getah Asli

- Ciri-ciri getah asli bergantung kepada polimer getah yang merupakan sejenis polimer elastomer semula jadi.
- Kewujudan ikatan ganda dua  $C=C$  pada struktur polimer getah juga mempengaruhi daya tahan getah asli terhadap pengoksidaan oleh udara.
- Ciri-ciri getah asli ditunjukkan dalam Jadual 4.3.



Malaysia antara negara pengeluar utama getah di dunia.

Jadual 4.3 Ciri-ciri getah asli

Ciri-ciri	Keterangan
Lembut	Pepejal putih lembut pada suhu bilik.
Kenyal/anjai	Getah asli dapat diregang dan kembali kepada keadaan asal apabila dilepaskan.
Tidak tahan haba	Pada suhu yang tinggi, getah asli akan menjadi lembut dan melekit.
Penebat elektrik	Getah asli tidak mengalirkan arus elektrik dan merupakan penebat elektrik yang baik.
Mudah dioksidakan	Oksigen di udara akan bertindak balas dengan ikatan ganda dua antara karbon dan menyebabkan getah asli dioksidakan.
Reaktif kepada bahan kimia	Mudah bertindak balas dengan asid, alkali atau pelarut organik.
Kalis air	Getah asli tidak telap air.

- Pelbagai barangan dapat dihasilkan dengan menggunakan getah asli seperti ditunjukkan dalam Rajah 4.7.
- Kekurangan yang terdapat pada getah asli dapat diatasi dengan menambah bahan tambah yang tertentu untuk mendapatkan ciri-ciri yang dikehendaki.



Dr Lee Jiang Jun, saintis Lembaga Getah Malaysia berjaya mencipta *earthquake isolator* daripada getah yang digunakan di seluruh dunia.



(Sumber: thestar.com.my, 2020)



Lembaga Getah Malaysia ialah agensi yang bertanggungjawab terhadap industri getah di Malaysia termasuk membuat kajian teknologi yang terkini berkaitan getah asli.



Produk daripada getah asli

Rajah 4.7 Kegunaan getah asli





## AKTIVITI 4D

PAK21

Bincangkan soalan yang berikut secara berpasangan dan catat jawapan ke dalam buku nota anda.

- Apakah nama IUPAC bagi monomer getah asli?
- Terangkan ciri yang terdapat pada zarah getah yang menghalang getah daripada menggumpal.
- Sarung tangan getah ialah salah satu produk daripada getah asli. Terangkan ciri-ciri getah asli yang membolehkan sarung tangan getah dihasilkan dan digunakan.

## Penggumpalan Lateks



Gambar foto 4.6 Lateks menggumpal apabila terdedah kepada udara

- Lateks dikumpulkan dalam bentuk cecair untuk diproses atau boleh dibiarkan menggumpal dan dipungut sehari selepas penorehan.
- Penggumpalan lateks dalam bentuk cecair perlu disegerakan kerana selepas terdedah kepada udara untuk beberapa jam, lateks akan mula menggumpal dan berubah menjadi pepejal.
- Apakah yang menyebabkan lateks menggumpal dan bagaimanakah cara mengelakkan lateks daripada menggumpal?



## Eksperimen 4A

### Penggumpalan Lateks

**Tujuan:** Mengkaji proses penggumpalan lateks dan cara mengelakkan penggumpalan.

**Penyataan masalah:** Adakah asid menyebabkan lateks menggumpal dan alkali menghalang penggumpalan lateks?

**Hipotesis:** Kehadiran asid menyebabkan lateks menggumpal manakala kehadiran alkali menghalang penggumpalan lateks.

**Pemboleh ubah:**

- Pemboleh ubah dimanipulasi : Asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan larutan ammonia,  $\text{NH}_3$ .
- Pemboleh ubah bergerak balas: Penggumpalan lateks.
- Pemboleh ubah dimalarkan : Isi padu lateks.

**Bahan:** Lateks, asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$   $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  dan larutan ammonia,  $\text{NH}_3$   $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$ .

**Radas:** Bikar, silinder penyukat, rod kaca dan penitis.

**Prosedur:**

- Labelkan bikar dengan label A, B dan C.
- Sukat  $20 \text{ cm}^3$  lateks dengan menggunakan silinder penyukat dan tuangkan ke dalam setiap bikar.
- Sukat  $2 \text{ cm}^3$  asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan menggunakan silinder penyukat dan tuangkan ke dalam bikar berlabel A sambil mengacau dengan menggunakan rod kaca secara berterusan.
- Langkah 3 diulangi dengan menggantikan asid etanoik dengan larutan ammonia,  $\text{NH}_3$  bagi bikar berlabel B manakala bikar berlabel C dijadikan sebagai kawalan.
- Pemerhatian direkodkan.



### Langkah Berjaga-jaga

Pastikan sarung tangan dipakai semasa menjalankan eksperimen ini.

**Pemerhatian:** Bina jadual bersesuaian untuk merekod pemerhatian anda.

**Perbincangan:**

1. Bahan yang manakah menyebabkan getah menggumpal dan bahan yang manakah dapat menghalang getah menggumpal?
2. Terangkan pemerhatian anda pada bikar C.
3. Apakah bahan yang boleh digunakan untuk menggantikan asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan larutan ammonia,  $\text{NH}_3$ ?

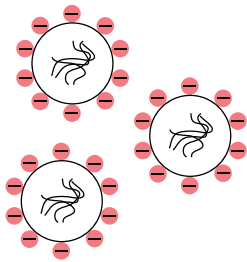
**Kesimpulan:**

Adakah hipotesis dapat diterima? Apakah kesimpulan untuk eksperimen ini?



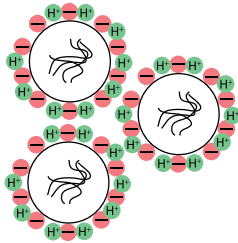
Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.

## Proses Penggumpalan Lateks



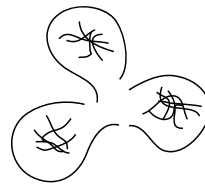
1

Membran protein yang bercas negatif menyebabkan zarah getah tertolak apabila mendekati antara satu sama lain.



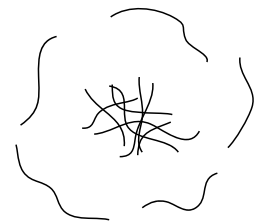
2

Ion hidrogen,  $\text{H}^+$  daripada asid meneutralkan cas negatif pada membran protein.



3

Zarah-zarah getah berlanggar antara satu sama lain menyebabkan membran protein pecah.



4

Polimer-polimer getah bergabung antara satu sama lain dan menyebabkan lateks menggumpal.

- Asid dapat menggumpalkan lateks dengan meneutralkan membran protein yang bercas negatif.
- Penggumpalan boleh berlaku dengan memasukkan asid lemah ke dalam lateks atau secara semula jadi dengan membiarkan lateks terdedah kepada udara.
- Bakteria yang berada di udara akan memasuki lateks dan merembeskan asid laktik yang akhirnya menyebabkan lateks menggumpal.

Portal  
Kimia



**Penggumpalan Lateks**  
<https://bit.ly/kpkt5v38>

**Cabaran  
Minda**

Asid lemah sering digunakan untuk menggumpalkan lateks berbanding dengan asid kuat. Tahukah anda mengapa?



Getah keping



Getah blok



Getah serkap

**Gambar foto 4.7** Pelbagai cara lateks diproses sebelum dihantar ke kilang untuk proses seterusnya

## Menghalang Penggumpalan Lateks

- Lateks juga diperlukan dalam bentuk cecair untuk menghasilkan produk-produk yang tertentu seperti sarung tangan dan tiub getah. Larutan alkali seperti ammonia,  $\text{NH}_3$  dimasukkan ke dalam lateks bagi memastikan penggumpalan tidak berlaku.
- Larutan alkali mengandungi ion hidroksida,  $\text{OH}^-$  yang dapat meneutralkan asid yang dihasilkan oleh bakteria. Membran protein zarah getah kekal bercas negatif dan zarah getah akan kekal tertolak apabila mendekati antara satu sama lain.

### Aktiviti Makmal **4B** Menghasilkan Produk daripada Lateks

**Tujuan:** Menghasilkan produk daripada lateks.

**Bahan :** Lateks dan asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

**Radas :** Bikar, rod kaca dan silinder penyukat.

**Prosedur:**

1. Sukat 200  $\text{cm}^3$  lateks dengan menggunakan silinder penyukat dan tuangkannya ke dalam bikar.
2. Sukat 5  $\text{cm}^3$  asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan menggunakan silinder penyukat dan tuangkannya ke dalam lateks.
3. Kacau lateks dengan menggunakan rod kaca.
4. Biarkan rod kaca seketika di dalam lateks bagi membolehkan lapisan lateks terbentuk pada rod kaca.
5. Keluarkan rod kaca daripada lateks dan keringkan seketika.
6. Celupkan rod kaca ke dalam lateks sekali lagi untuk membentuk lapisan lateks yang lebih tebal.
7. Ulangi langkah 5 dan 6 sehingga memperoleh ketebalan lateks yang dikehendaki.
8. Keluarkan rod kaca daripada lateks dan biarkan kering selama beberapa hari.
9. Tanggalkan lapisan lateks yang kering daripada rod kaca untuk mendapat tiub getah.

**Perbincangan:**

1. Namakan produk lain yang dapat dihasilkan dengan menggunakan kaedah ini.
2. Bolehkah tiub yang dihasilkan disimpan untuk jangka masa yang lama? Terangkan.
3. Nyatakan ciri produk yang terhasil dalam aspek yang berikut:
  - (a) Kekenyalan.
  - (b) Kekerasan.
  - (c) Ketahanan terhadap haba.

**PAK 21** Pembelajaran Sains Secara Inkuiri



#### Langkah Berjaga-jaga

Produk yang dihasilkan perlu dibasuh dan dikeringkan terlebih dahulu untuk menyingkirkan lebihan asid etanoik pada produk.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti makmal ini.



### AKTIVITI **4E**

1. Jalankan aktiviti ini secara perbincangan berkumpulan.
2. Bentangkan jawapan bagi soalan-soalan yang berikut dengan menggunakan peta *i-Think*.
  - (a) Kelaskan bahan-bahan yang berikut kepada bahan penggumpal lateks dan bahan antigumpal lateks.

Asid Formik

Larutan Ammonia

Larutan Barium hidroksida

Formaldehid

Cuka

- (b) Terangkan sebab penggumpalan lateks secara semula jadi mengambil masa lebih lama berbanding dengan penambahan bahan penggumpal.
- (c) Huraikan dengan gambar rajah mekanisma yang menghalang penggumpalan lateks.

**PAK 21**

## Pemvulkaan Getah

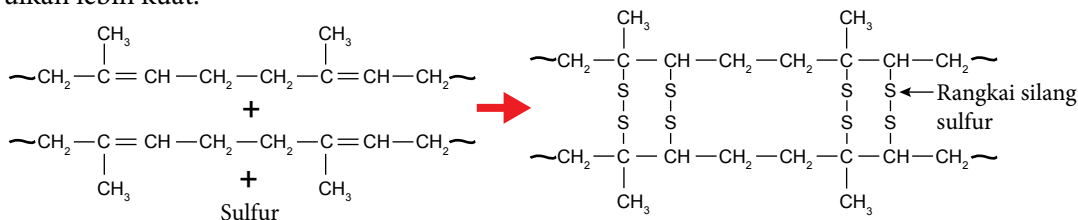
- Getah asli bersifat lembut dan mudah dioksidakan apabila terdedah kepada udara pada jangka masa yang lama. Keadaan ini menyebabkan getah asli tidak dapat digunakan dalam keadaan atau aplikasi yang tertentu.
- Ciri-ciri getah asli dapat ditingkatkan dengan menjalankan proses pemvulkaan kepada getah asli.

Pemvulkaan ialah proses penghasilan getah yang lebih kenyal dan berkualiti melalui penghasilan rangkai silang antara rantai polimer.

- Sewaktu proses pemvulkaan, ikatan ganda dua antara karbon yang terdapat antara molekul getah akan bertindak balas dengan sulfur atau bahan lain untuk menghasilkan rangkai silang sulfur seperti yang ditunjukkan pada Rajah 4.8.
- Rangkai silang sulfur ini menjadikan getah ter Vulkan lebih kuat.

### Tahukah anda?

Charles Goodyear (1800-1860) direkodkan sebagai individu yang menemukan dan mempatenkan proses pemvulkaan pada tahun 1844. <https://bit.ly/kpkt5v39>



Rajah 4.8 Pemvulkaan getah untuk membentuk rangkai silang sulfur

## Aktiviti Makmal 4C Pemvulkaan Getah

**Tujuan:** Menghasilkan getah ter Vulkan.

**Bahan :** Lateks, asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan larutan disulfur diklorida,  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  dalam metilbenzena,  $\text{C}_7\text{H}_8$ .

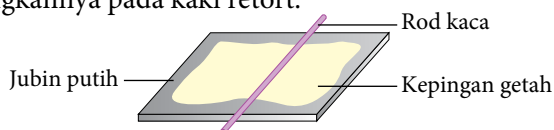
**Radas :** Bikar, penitis, kaki retort, jubin putih, klip, pisau dan silinder penyukat.

### Prosedur:

1. Sukat  $25 \text{ cm}^3$  lateks dengan silinder penyukat dan tuangkannya ke dalam bikar.
2. Titiskan 3-5 titis asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan menggunakan penitis ke dalam lateks dan kacau dengan menggunakan rod kaca.
3. Tuangkan lateks ke atas jubin putih dan ratakannya dengan menggunakan rod kaca seperti dalam Rajah 4.9.
4. Getah di atas jubin dibiarkan kering selama dua hari.
5. Potong getah yang dikeringkan pada jubin kepada kepingan kecil dengan menggunakan pisau.
6. Celupkan kepingan tersebut ke dalam larutan disulfur diklorida,  $\text{S}_2\text{Cl}_2$ .
7. Keringkan kepingan getah dengan menggantungkannya pada kaki retort.

### Perbincangan:

1. Apakah fungsi asid etanoik,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ?
2. Mengapakah lateks perlu diratakan selepas dituang ke atas jubin putih?
3. Bagaimanakah anda mengetahui getah ter Vulkan sudah berjaya dihasilkan?



Rajah 4.9

PAK 21 Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

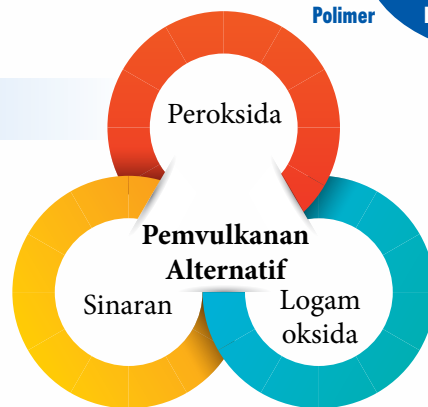


### Langkah Berjaga-jaga

Aktiviti ini perlu dijalankan di dalam kebuk wasap.

## Teknik Pemvulkanan Alternatif

- Pemvulkanan dengan menggunakan sulfur merupakan kaedah yang paling utama digunakan untuk menghasilkan getah ter Vulkan daripada getah asli.
- Namun begitu, kaedah pemvulkanan ini tidak dapat digunakan untuk jenis getah yang tertentu terutama getah sintetik yang tidak mengandungi C=C.
- Terdapat beberapa teknik pemvulkanan alternatif yang dapat digunakan untuk menghasilkan getah ter Vulkan tanpa menggunakan sulfur seperti ditunjukkan pada Rajah 4.10.
- Getah ter Vulkan yang dihasilkan adalah bebas sulfur dan lebih mesra alam.



Rajah 4.10 Kaedah pemvulkanan alternatif

Portal Kimia



Pemvulkanan Alternatif

<https://bit.ly/kpkt5n15>

## Eksperimen 4B

### Mengkaji Sifat Kekenyalan Getah Ter Vulkan

**Tujuan:** Mengkaji sifat kekenyalan getah ter Vulkan dan getah tidak ter Vulkan.

**Penyataan masalah:** Adakah getah ter Vulkan lebih kenyal berbanding dengan getah tidak ter Vulkan?

**Hipotesis:** Getah ter Vulkan lebih kenyal berbanding dengan getah tidak ter Vulkan.

**Pemboleh ubah:**

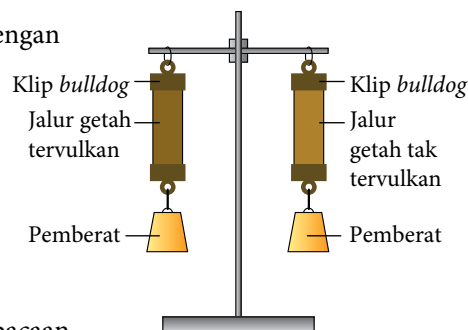
- Pemboleh ubah dimanipulasi : Kepingan getah ter Vulkan dan getah tidak ter Vulkan.
- Pemboleh ubah bergerak balas : Pemanjangan getah selepas pemberat dialihkan.
- Pemboleh ubah dimalarkan : Saiz kepingan getah dan jisim pemberat yang digunakan.

**Bahan:** Kepingan getah ter Vulkan dan getah tidak ter Vulkan.

**Radas:** Kaki retort dengan pengapit, klip *bulldog*, pemberat 50g dan pembaris meter.

**Prosedur:**

1. Gantungkan kepingan-kepingan getah pada kaki retort dengan menggunakan klip *bulldog* seperti dalam Rajah 4.11.
2. Ukur dan rekodkan panjang awal,  $L_1$  kedua-dua kepingan getah yang akan digunakan dalam eksperimen.
3. Gantungkan pemberat 50 g pada setiap kepingan getah dan rekodkan panjang akhir,  $L_2$  setiap kepingan getah.
4. Tanggalkan pemberat dan rekodkan panjang,  $L_3$  setiap kepingan getah sekali lagi.



Rajah 4.11

**Keputusan:**

Binakan satu jadual yang bersesuaian untuk merekod semua bacaan.

**Perbincangan:**

1. Kepingan getah yang manakah yang menunjukkan pemanjangan tertinggi?
2. Kepingan yang manakah lebih kenyal? Terangkan jawapan anda berdasarkan keputusan yang diperolehi.
3. Ramalkan kepingan getah yang akan terputus terlebih dahulu sekiranya jisim pemberat terus ditambah.
4. Apakah kesimpulan daripada eksperimen ini?



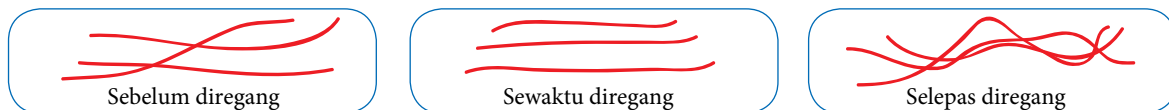
Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.



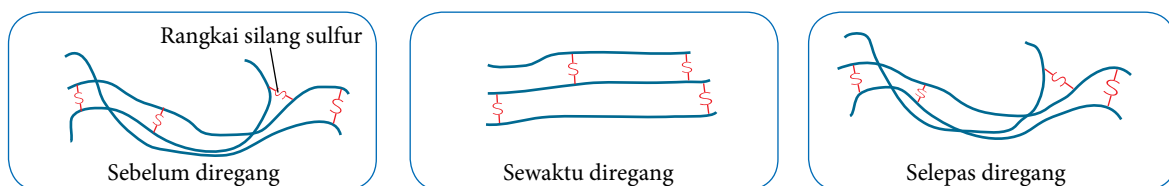
## Sifat Getah Tervulkan

- Getah tervulkan mempunyai ciri-ciri yang berbeza daripada getah tidak tervulkan hasil daripada pembentukan rangkai silang sewaktu proses pemvulkanan seperti ditunjukkan dalam Rajah 4.12.
- Pembentukan rangkai silang sulfur mengurangkan ikatan ganda dua antara karbon dalam getah tervulkan yang menjadikan getah tervulkan sukar dioksidakan.
- Rangkai silang sulfur yang kuat pula menghalang polimer getah daripada menggelongsor apabila diregangkan dan dapat kembali semula ke bentuk asal selepas diregangkan. Tenaga haba yang tinggi juga diperlukan untuk memutuskan rangkai ini.

### Getah Tidak Tervulkan



### Getah Tervulkan



Rajah 4.12 Ilustrasi kekenyalan polimer getah tervulkan dan getah tidak tervulkan

- Keadaan ini menjadikan getah tervulkan lebih kenyal dan tahan haba yang tinggi.
- Sifat-sifat unik getah tervulkan ini membolehkan pelbagai barangan dihasilkan berbanding dengan getah tidak tervulkan.
- Bagaimanakah sifat getah tervulkan berbeza daripada getah tidak tervulkan?

Jadual 4.4 Perbezaan getah tervulkan dan getah tidak tervulkan

Ciri-ciri	Getah tervulkan	Getah tidak tervulkan
Kekenyalan	Lebih kenyal	Kurang kenyal
Kekerasan	Keras	Lembut
Kekuatan	Tinggi	Rendah
Ketahanan haba	Tahan haba yang tinggi	Kurang tahan haba yang tinggi
Ketahanan pengoksidaan	Lebih tahan terhadap pengoksidaan	Lebih mudah teroksida

### Uji Diri 4.2

1. Namakan polimer bagi getah asli.
2. Kehadiran asid dalam lateks menyebabkan lateks menggumpal.
  - (a) Nyatakan fungsi asid dalam proses penggumpalan lateks.
  - (b) Huraikan proses penggumpalan lateks.
3. Apakah kelebihan pemvulkanan menggunakan sinaran berbanding dengan proses pemvulkanan menggunakan sulfur?
4. Banding beza getah tervulkan dan getah tidak tervulkan.

## 4.3 GETAH SINTETIK



Gelang getah

Sarung tangan

Gambar foto 4.8 Barangan harian yang mempunyai kekenyalan yang tinggi

### Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 4.3.1 Menerangkan getah sintetik.
- 4.3.2 Mewajarkan kegunaan getah asli dan getah sintetik.

### Getah Sintetik

- Lihat pada Gambar foto 4.8. Dapatkah anda meneka bahan yang digunakan untuk menghasilkan barangan tersebut?
- Barangan tersebut mempunyai ciri-ciri getah asli seperti kekenyalan yang tinggi namun barangan itu tidak dihasilkan dengan menggunakan getah asli sebaliknya dihasilkan dengan menggunakan getah sintetik. Ciri-ciri lain getah sintetik ditunjukkan dalam Rajah 4.13.

Getah sintetik ialah sejenis polimer sintetik yang bersifat kenyal atau polimer elastomer.

- Kebanyakan getah sintetik dihasilkan daripada produk sampingan petroleum.
- Antara contoh getah sintetik ialah neoprena, getah stirena-butadiena (SBR) dan getah silikon.



Rajah 4.13 Ciri-ciri getah sintetik



Getah sintetik dicipta pada awal kurun ke-20 bagi menggantikan getah asli.

### Cabaran Minda

Lebih 60% barangan getah yang dihasilkan menggunakan getah sintetik. Apakah faktor yang menyumbang kepada situasi ini?

Portal Kimia



Penghasilan Getah Sintetik  
<https://bit.ly/kpkt5v40>

## Kegunaan Getah Sintetik

- Dengan ciri-ciri unik yang terdapat pada getah sintetik, pelbagai barangan dapat dihasilkan.
- Kelebihan untuk dihasilkan secara besar-besaran tanpa bergantung kepada faktor cuaca dan serangan penyakit pada pokok getah menjadikan getah sintetik pilihan utama industri pembuatan.
- Bagaimanakah kegunaan getah asli berbeza berbanding getah sintetik?



*Ekoprena* dan *Pureprena* merupakan dua jenis getah termaju yang berjaya dibangunkan oleh Lembaga Getah Malaysia yang mempunyai ciri-ciri istimewa serta bersumberkan bahan mesra alam.



### AKTIVITI

4F

### Perbincangan

PAK21

1. Jalankan aktiviti secara berkumpulan.
2. Bincangkan perbezaan bagi kegunaan getah asli dan getah sintetik berdasarkan ciri-ciri kedua-dua bahan tersebut.
3. Bentangkan hasil perbincangan dalam bentuk peta minda atau peta konsep untuk dikongsi dengan ahli kelas yang lain melalui aktiviti *Gallery Walk*.

Jadual 4.5 Contoh-contoh getah sintetik dan kegunaannya

Getah sintetik	Ciri-ciri	Kegunaan
Neoprena (polikloroprena)	Tahan haba yang tinggi, tahan pengoksidaan dan tidak mudah terbakar.	Tali sawat, paip getah petrol dan sarung tangan.
Stirena-butadiena (SBR)	Tahan pelepasan dan tahan haba yang tinggi.	Tayar dan tapak kasut.
Getah silikon	Tahan suhu yang tinggi dan bersifat lengai.	Implan perubatan, alatan memasak, komponen automotif dan bahan kedap.
Tiokol	Tahan terhadap minyak dan pelarut.	Bahan kedap.
Getah nitril	Tahan terhadap minyak dan pelarut.	Sarung tangan.

## Penggunaan Getah dan Alam Sekitar

- Penggunaan barangan getah secara tidak lestari akan mengakibatkan pencemaran terhadap alam sekitar.
- Getah sintetik terutamanya mengambil masa yang sangat lama untuk terurai dan menyukarkan proses pelupusan.
- Tayar kenderaan adalah antara produk getah sintetik utama yang perlu dilupuskan dalam kuantiti yang banyak.



Gambar foto 4.9 Timbunan tayar terbuang

- Getah asli sebaliknya mengambil masa yang lebih singkat untuk terurai secara biologi.
- Namun begitu, penggunaan getah asli lebih terhad disebabkan sifat semula jadi getah asli seperti tidak tahan haba dan pelarut kimia.
- Bagaimanakah masalah pelupusan barangan getah dapat dikurangkan?

**Tahukah anda?**

Beberapa negara termasuk Amerika Syarikat menggunakan tayar terbuang sebagai bahan api untuk menjana tenaga elektrik.



Gambar foto 4.10 Pelbagai cara barangan getah dikitar semula atau diguna semula untuk mengurangkan bahan buangan barangan getah

**AKTIVITI 4G** Perbincangan

1. Jalankan aktiviti secara berkumpulan.
2. Rancang satu forum untuk membincangkan penggunaan getah sintetik dan kesan kepada alam sekitar.
3. Setiap kumpulan perlu menghantar seorang wakil sebagai panel forum.
4. Pentaskan forum anda dengan menjemput wakil daripada kelas lain sebagai penonton.

**AKTIVITI 4H** Lawatan

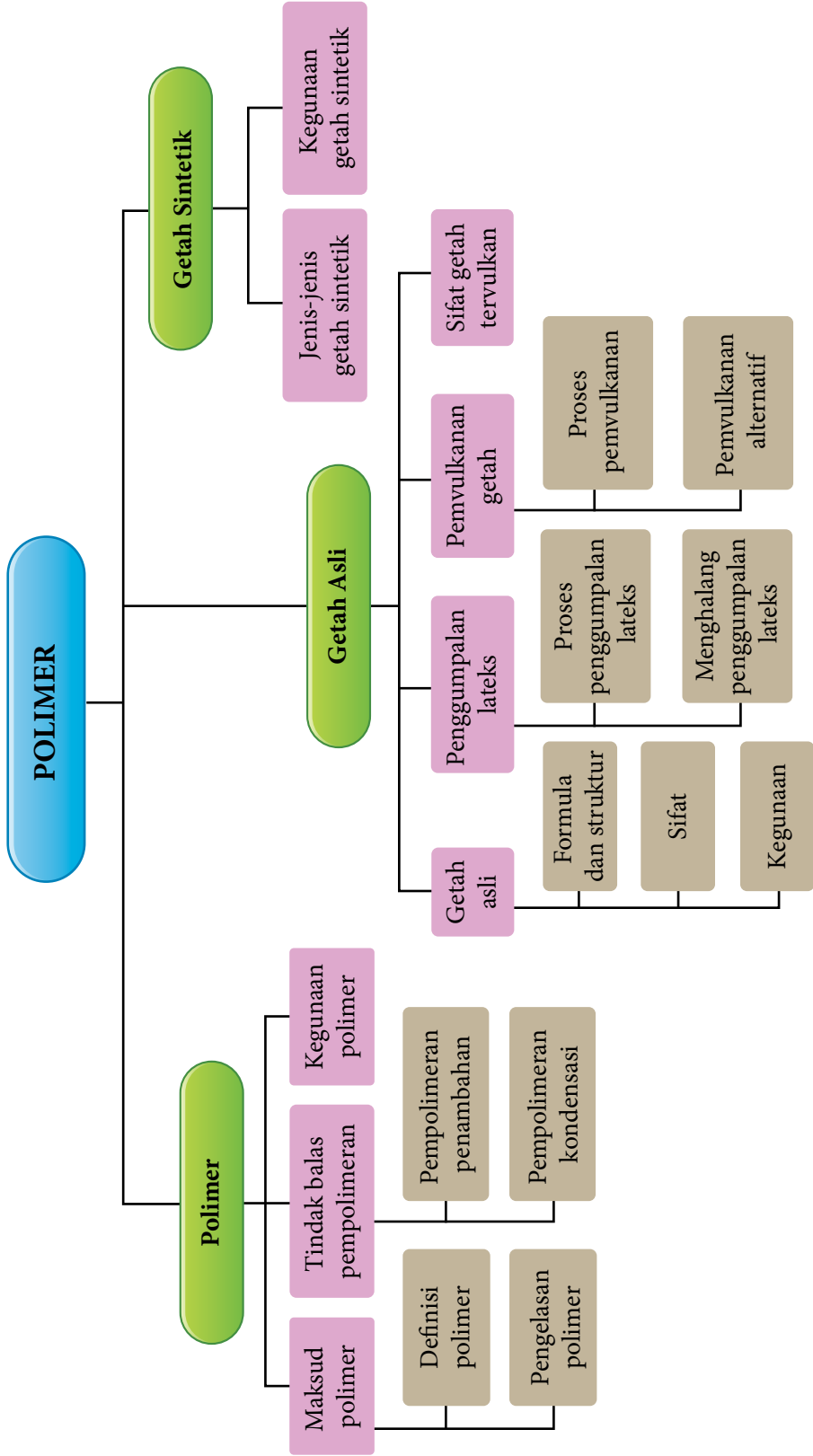
1. Imbas kod QR untuk melawat laman sesawang Institut Penyelidikan Getah Malaysia.
2. Dapatkan maklumat tentang kajian yang terkini berkaitan getah.
3. Rancang bersama dengan guru anda untuk lawatan ke kawasan ladang getah yang berhampiran untuk melihat cara pemprosesan getah.



Lembaga Getah Malaysia  
<https://bit.ly/kpkt5n16>

**Uji Diri 4.3**

1. Apakah yang dimaksudkan dengan getah sintetik?
2. Sarung tangan pembedahan dapat dihasilkan dengan menggunakan getah asli atau getah sintetik.
  - (a) Namakan getah sintetik yang dapat digunakan untuk menghasilkan sarung tangan pembedahan.
  - (b) Bagaimanakah ciri sarung tangan pembedahan daripada getah asli berbeza daripada yang dihasilkan menggunakan getah sintetik?
3. “Getah sintetik lebih tahan lama dan tidak mudah diuraikan secara semula jadi.” Wajarkan penggunaan getah sintetik dalam menghasilkan pelbagai barangan. 🍌





## Refleksi KENDIRI

1. Adakah anda telah menguasai topik **Polimer**?
2. Apakah kandungan dalam topik **Polimer** yang ingin anda pelajari dengan lebih mendalam? Mengapa?
3. Bagaimanakah topik **Polimer** dapat memberikan manfaat kepada anda dalam kehidupan seharian?
4. Bagaimanakah anda menilai kemampuan anda untuk menerangkan kandungan dalam topik **Polimer** kepada rakan anda?
5. Apakah yang dapat anda lakukan untuk meningkatkan kefahaman anda bagi topik **Polimer**?

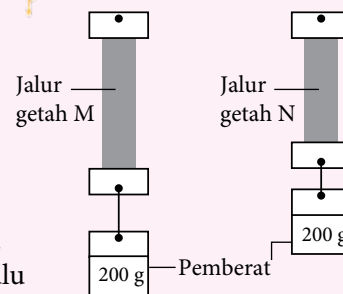


## UJIAN PENCAPAIAN

1. Pempolimeran ialah proses penghasilan molekul rantai panjang daripada monomer.
  - (a) Lukiskan monomer bagi polivinil klorida (PVC).
  - (b) Apakah jenis pempolimeran yang terlibat dalam penghasilan PVC?
  - (c) Jadual di bawah menunjukkan maklumat tentang polietena dan monomernya.

Bahan	Etena	Polietena
Keadaan fizikal pada suhu bilik	Gas	Pepejal

- (i) Nyatakan satu kegunaan polietena.
  - (ii) Terangkan perbezaan keadaan fizikal antara etena dan polietena.
2. Polimer dapat dibahagikan kepada polimer semula jadi dan polimer sintetik.
    - (a) Berikan contoh bagi setiap jenis polimer yang tersebut.
    - (b) Terangkan perbezaan antara polimer semula jadi dan polimer sintetik.
    - (c) Melamina ialah sejenis polimer sintetik termoset.
      - (i) Apakah yang dimaksudkan dengan polimer termoset?
      - (ii) Nyatakan keburukan penggunaan polimer termoset.
  3. Seorang pelajar menjalankan eksperimen untuk mengkaji kekenyalan getah asli dan getah tervulkan menggunakan kepingan getah dengan saiz yang sama. Rajah 1 menunjukkan pemerhatian yang diperoleh daripada eksperimen tersebut.
    - (a) Berdasarkan pemerhatian, kepingan yang manakah yang merupakan kepingan getah asli? Terangkan jawapan anda.
    - (b) Kepingan yang manakah yang akan terputus terlebih dahulu sekiranya jisim pemberat terus ditambah?

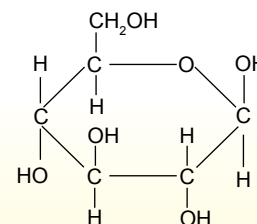


Rajah 1

## Sudut Pengayaan

Tumbuhan menghasilkan glukosa melalui proses fotosintesis dan glukosa merupakan gula ringkas dengan formula  $C_6H_{12}O_6$ . Formula struktur bagi glukosa ditunjukkan dalam Rajah 2.

Glukosa ialah monomer bagi kanji yang berguna sebagai sumber tenaga. Berdasarkan struktur glukosa, jelaskan proses pempolimeran yang berlaku antara molekul glukosa untuk menghasilkan kanji.



Rajah 2

Bab

5

# KIMIA KONSUMER DAN INDUSTRI

## Kata Kunci

- Air lembut
- Air liat
- Air sisa
- Deodoran
- Detergen
- Enapcemar
- Ketepuan
- Larutlesapan
- Lemak
- Nanoteknologi
- Pengemulsi
- Sabun
- Saponifikasi
- Tindak balas pengulfonan

## Apakah yang akan anda pelajari?

- 5.1 Minyak dan lemak
- 5.2 Bahan pencuci
- 5.3 Bahan tambah makanan
- 5.4 Ubat-ubatan dan bahan kosmetik
- 5.5 Aplikasi nanoteknologi dalam industri
- 5.6 Aplikasi Teknologi Hijau dalam pengurusan sisa industri

## Buletin

Kimia konsumen ialah cabang yang sangat penting dalam penghasilan barangan keperluan pengguna. Bidang ini berkembang pesat dengan permintaan barangan pengguna yang semakin meningkat. Kimia konsumen merangkumi bidang makanan, tenaga, bahan pencuci, ubat-ubatan, bahan kosmetik dan beberapa bidang lagi.

Perkembangan bidang kimia konsumen telah menghasilkan pelbagai barangan yang bukan sahaja memenuhi permintaan pengguna, tetapi juga teknologi yang dibangunkan dapat diterapkan dengan pendekatan teknologi yang terkini seperti nanoteknologi dan Teknologi Hijau. Ini membolehkan barangan yang dihasilkan dapat menggunakan tenaga dengan lebih efisien, lebih berkesan dan mesra alam.

**Apakah fungsi pengemulsi?**

**Apakah perbezaan minyak dan lemak?**



**Bagaimanakah sabun dapat membersihkan kotoran pada pakaian?**



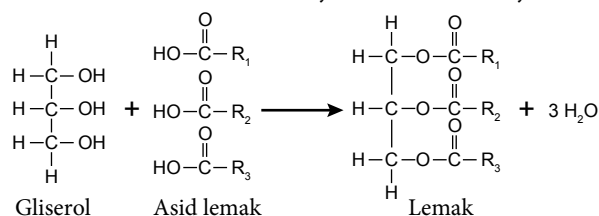
## 5.1 MINYAK DAN LEMAK

### Perbezaan Minyak dan Lemak

- Minyak dan lemak merupakan sebahagian daripada keperluan diet manusia yang berfungsi untuk memberikan tenaga, penebat suhu badan dan juga membantu dalam penyerapan vitamin-vitamin utama.
- Pada suhu bilik, lemak lazimnya wujud dalam keadaan pepejal. Lemak dalam keadaan cecair dikenali sebagai minyak.
- Lemak biasanya ditemukan dalam daging dan mentega, manakala pelbagai jenis minyak diperolehi daripada tumbuhan seperti minyak sawit, minyak soya dan minyak kelapa. Jadi, apakah yang dimaksudkan dengan minyak dan lemak?

Minyak dan lemak merupakan ester yang terhasil melalui tindak balas antara asid lemak dan gliserol (propan-1,2,3-triol).

- Asid lemak mempunyai rantai karbon yang sangat panjang. Sifat minyak atau lemak bergantung kepada jenis asid lemak yang terlibat dalam tindak balas pengesteran bersama dengan gliserol.
- Contoh asid lemak adalah seperti asid palmitik, asid stearik dan asid linoleik.
- Contoh tindak balas pengesteran antara gliserol dan asid lemak untuk membentuk lemak ditunjukkan dalam Rajah 5.1.



Rajah 5.1 Tindak balas pengesteran untuk membentuk lemak

- Tindak balas antara satu molekul gliserol dengan tiga molekul asid lemak membentuk satu molekul lemak.  $R_1$ ,  $R_2$  dan  $R_3$  mewakili bahagian rantai hidrokarbon dalam asid lemak dan lemak.  $R_1$ ,  $R_2$  dan  $R_3$  mungkin sama atau beza.
- Walaupun minyak dan lemak tergolong dalam siri homolog yang sama, terdapat ciri-ciri yang boleh digunakan untuk membezakan antara minyak dan lemak. Jadual 5.1 menunjukkan perbezaan antara minyak dan lemak.

Jadual 5.1 Perbezaan antara minyak dan lemak

Aspek	Minyak	Lemak
Sumber	Tumbuhan	Haiwan
Sifat fizik pada suhu bilik	Cecair	Pepejal
Takat lebur	Rendah	Tinggi
Kandungan asid lemak	Peratus asid lemak tak tepu yang tinggi	Peratus asid lemak tepu yang tinggi
Contoh	Minyak sawit	Mentega

### Standard Pembelajaran

#### Murid boleh:

- 5.1.1 Membanding beza minyak dan lemak.
- 5.1.2 Menerangkan proses penukaran lemak tak tepu kepada lemak tepu.
- 5.1.3 Mewajarkan penggunaan minyak dan lemak dalam kehidupan harian.



Gambar foto 5.1 Contoh minyak dan lemak. Minyak sawit ialah sejenis minyak manakala mentega ialah sejenis lemak

### Cabaran Minda

Dapatkah anda mengenal pasti kumpulan berfungsi yang terdapat pada asid lemak dan gliserol? Apakah siri homolog bagi asid lemak dan gliserol?



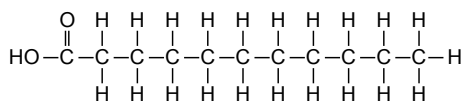
## AKTIVITI 5A



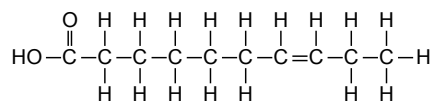
- Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
- Dapatkan maklumat yang berikut dengan mengunjungi kedai atau pasar raya yang berhampiran dan membaca pada label pembungkus minyak.
  - Peratus lemak tepu dan lemak tak tepu
  - Sifat fizik pada suhu bilik
  - Warna
  - Sumber
- Bentangkan dapatan anda di hadapan kelas.

### Lemak Tepu dan Lemak Tak Tepu

- Lemak tepu ialah lemak yang mengandungi asid lemak tepu, manakala lemak tak tepu mengandungi asid lemak tak tepu.
- Contoh asid lemak tepu ialah asid palmitik, asid laurik dan asid stearik, manakala contoh asid lemak tak tepu ialah asid oleik, asid linoleik dan asid linolenik.
- Asid lemak tak tepu mempunyai sekurang-kurangnya satu ikatan ganda dua dalam rantai karbon, manakala asid lemak tepu hanya mempunyai ikatan tunggal dalam rantai karbon seperti contoh yang ditunjukkan dalam Rajah 5.2.
- Kehadiran ikatan ganda dua menyebabkan lemak tak tepu mempunyai takat lebur yang rendah dan wujud dalam keadaan cecair.



Asid lemak tepu



Asid lemak tak tepu

Rajah 5.2 Perbezaan antara asid lemak tepu dan asid lemak tak tepu

### Penukaran Lemak Tak Tepu kepada Lemak Tepu

- Minyak mengandungi peratusan lemak tak tepu yang tinggi. Lemak tak tepu dapat ditukar kepada lemak tepu melalui tindak balas penghidrogenan.
- Sewaktu tindak balas penghidrogenan, gas hidrogen,  $\text{H}_2$  disalurkan ke dalam minyak yang panas dengan kehadiran logam nikel, Ni sebagai mangkin. Ikatan ganda dua pada rantai karbon “terbuka” dan atom hidrogen, H ditambah pada rantai karbon. Rajah 5.3 menunjukkan contoh tindak balas penghidrogenan.
- Penambahan atom-atom hidrogen pada rantai karbon menyebabkan jisim molekul bertambah dan seterusnya menyebabkan takat lebur serta takat didih meningkat. Keadaan ini menerangkan kewujudan marjerin sebagai pepejal pada suhu bilik walaupun dihasilkan daripada minyak.

#### Cabaran Minda

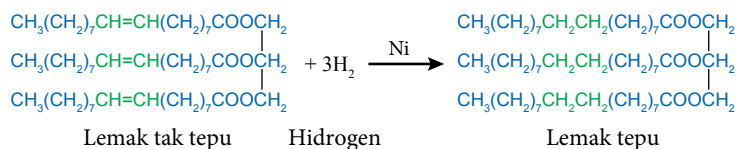
Antara minyak dan lemak, yang manakah lebih tahan lama dan tidak mudah rosak? Mengapa?

Portal Kimia



Penghidrogenan

<https://bit.ly/kpkt5v41>



Rajah 5.3 Tindak balas penghidrogenan lemak tak tepu kepada lemak tepu





## AKTIVITI

**5B**

### Lawatan

**PAK21**

1. Jalankan aktiviti bersama dengan guru anda.
2. Rancang satu lawatan ke kilang pemprosesan marjerin.
3. Dapatkan maklumat tentang pemprosesan marjerin yang merangkumi sumber yang digunakan dan pengurusan bahan terbuang.
4. Tulis satu laporan berserta poster infografik untuk dikongsikan bersama dengan warga sekolah anda.

## Penggunaan Minyak dan Lemak dalam Kehidupan

- Minyak dan lemak digunakan secara meluas dalam kehidupan seharian. Antara kegunaan minyak dan lemak adalah seperti yang berikut:

### Bahan Api Bio

Minyak dan lemak digunakan untuk menghasilkan bahan api bio seperti biodiesel untuk digunakan oleh kenderaan yang menggunakan enjin diesel.



### Sumber Nutrisi

Minyak dan lemak membekalkan tenaga di samping membantu tubuh badan menyerap vitamin-vitamin penting seperti vitamin A, D, E dan K.

### Sabun dan Bahan Penjagaan Diri

Minyak dan lemak merupakan antara bahan utama dalam penghasilan sabun. Bahan penjagaan diri seperti pelembab kulit turut menggunakan minyak dalam penghasilannya.

### Makanan Haiwan

Minyak dan lemak juga digunakan untuk penghasilan makanan ternakan untuk melengkapkan keperluan nutrisi.

- Walaupun minyak dan lemak mempunyai banyak manfaat, pengambilan secara berlebihan dalam pemakanan dapat menyumbang kepada masalah jantung dan tidak ketinggalan masalah berat badan atau obesiti.
- Risiko arteriosklerosis atau pengerasan arteri adalah lebih tinggi sekiranya lemak berlebihan yang diambil bersumberkan daripada haiwan atau lemak tepu.



## AKTIVITI

**5C**
**PAK21**

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Dapatkan maklumat tentang penggunaan lemak tepu dan lemak tak tepu dalam pemprosesan produk makanan serta kepentingannya dalam gaya hidup sihat.
3. Hasilkan persembahan kreatif untuk dipersembahkan kepada kelas anda.



## Uji Diri 5.1

1. Apakah yang dimaksudkan dengan lemak tak tepu?
2. Nyatakan siri homolog yang terkandung dalam lemak tepu.
3. Banding beza antara minyak dan lemak.
4. Senaraikan kegunaan minyak dan lemak.

## 5.2 BAHAN PENCUCI



Gambar foto 5.2 Pelbagai jenis produk bahan pencuci

### Standard Pembelajaran

#### Murid boleh:

- 5.2.1 Memerihalkan sabun dan detergen.
- 5.2.2 Menghuraikan proses penyediaan sabun melalui aktiviti.
- 5.2.3 Membandingkan tindakan pencucian sabun dan detergen melalui eksperimen.

- Penggunaan bahan pencuci dalam membasuh dan penjagaan kebersihan peribadi merupakan sebahagian daripada rutin kehidupan manusia. Secara amnya bahan pencuci merujuk kepada sabun dan detergen.

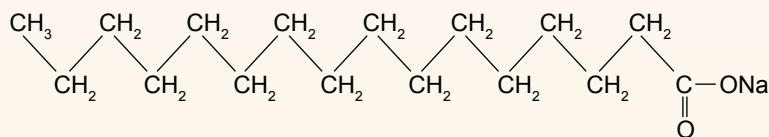
### Apakah sabun?

- Sabun ialah garam natrium atau kalium bagi asid lemak.
- Sabun dihasilkan daripada tindak balas peneutralan antara asid lemak dan alkali.
- Asid lemak ialah asid karboksilik berantai panjang.
- Sumber asid lemak dapat diperolehi daripada ester semula jadi dalam lemak haiwan atau minyak sayuran.
- Formula am bagi sabun ialah  $\text{RCOO}^- \text{Na}^+$  atau  $\text{RCOO}^- \text{K}^+$ .
- R ialah kumpulan alkil yang mengandungi sekurang-kurangnya 8 atom karbon. Namun begitu, kebiasaannya kumpulan alkil ini mengandungi 12 hingga 20 atom karbon.
- R boleh terdiri daripada hidrokarbon tepu dan hidrokarbon tak tepu.
- Jadual 5.2 menunjukkan contoh-contoh sabun:

Jadual 5.2 Contoh-contoh sabun

Sabun	Formula kimia	Asid lemak	Sumber
Natrium laurat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COONa}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$ Asid laurik	Minyak kelapa
Natrium palmitat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COONa}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ Asid palmitik	Minyak sawit

- Rajah 5.4 menunjukkan contoh formula struktur sabun iaitu natrium palmitat,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COONa}$ .



Rajah 5.4 Formula struktur natrium palmitat,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COONa}$

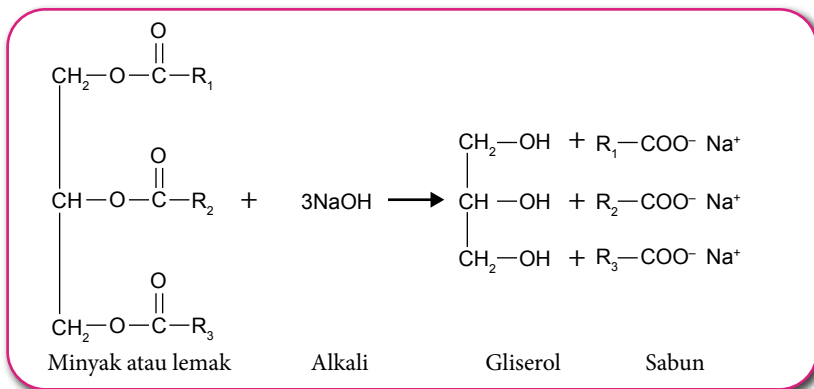
Rentas Kurikulum  
Sejarah



Sejarah Pembuatan Sabun

<https://bit.ly/kpkt5n18>





**Rajah 5.6** Tindak balas saponifikasi untuk menghasilkan gliserol dan sabun (garam asid lemak).

- $R_1$ ,  $R_2$  dan  $R_3$  ialah hidrokarbon rantai panjang.  $R_1$ ,  $R_2$  dan  $R_3$  mungkin sama atau berbeza.

### Tahukah anda

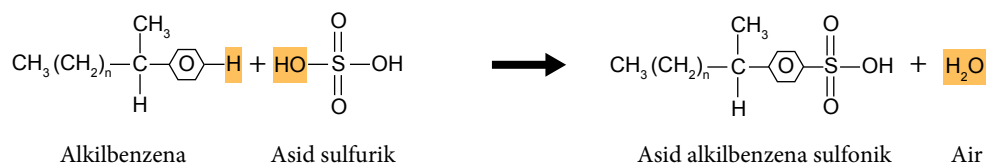
Tahukah anda natrium hidroksida juga dikenali sebagai *lye*?

## Penyediaan Detergen

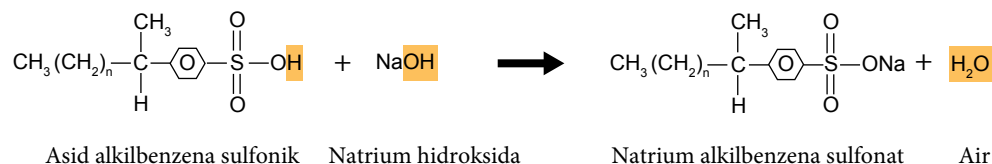
- Detergen biasanya dibuat daripada pecahan petroleum dan asid sulfurik,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- Dihasilkan melalui dua proses, iaitu:
  - (a) Pensulfonan
  - (b) Peneutralan

### (a) Penyediaan Natrium alkilbenzena sulfonat

- (i) **Pensulfonan alkilbenzena:** Alkilbenzena bertindak balas dengan asid sulfurik pekat,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  untuk membentuk asid alkilbenzena sulfonik.

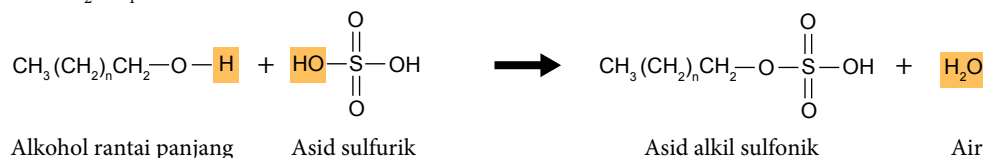


- (ii) **Peneutralan:** Asid alkilbenzena sulfonik akan dineutralkan oleh larutan natrium hidroksida,  $\text{NaOH}$  untuk menghasilkan garam alkilbenzena sulfonat, iaitu detergen.

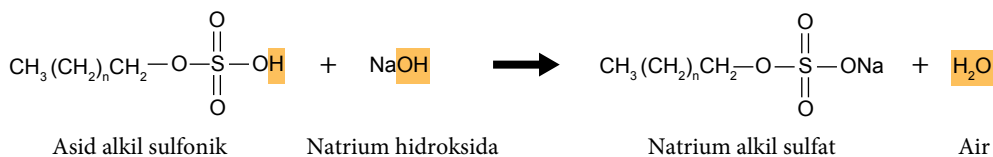


### (b) Penyediaan Natrium alkil sulfat

- (i) **Pensulfonan alkohol:** Alkohol rantai panjang ditindakbalaskan dengan asid sulfurik pekat,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  untuk membentuk asid alkil sulfonik.



- (ii) **Peneutralan:** Asid alkil sulfonik akan dineutralkan oleh larutan natrium hidroksida, NaOH untuk menghasilkan garam natrium alkil sulfat, iaitu detergen.



## AKTIVITI 5D



### Mereka Sabun yang Dikomersialkan

Perhatikan Gambar foto 5.4 yang menunjukkan contoh sabun buatan tangan. Penambahan warna dan wangian boleh menghasilkan sabun yang menarik sehingga dapat dikomersialkan.



Gambar foto 5.4 Contoh sabun buatan tangan



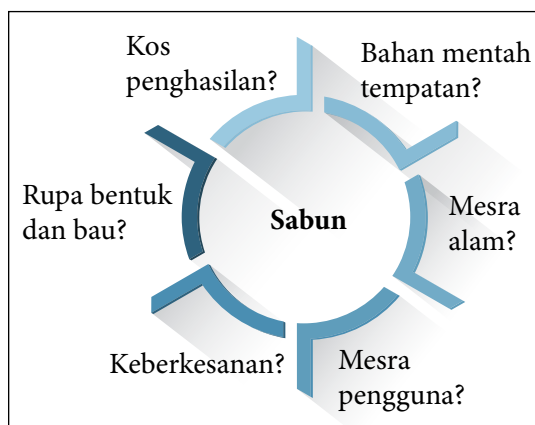
**Kaedah Mudah Membuat Sabun**  
<https://bit.ly/kpkt5v42>



**Membuat Sabun daripada Minyak Masak Terpakai**  
<https://bit.ly/kpkt5v43>

Dengan menggunakan minyak masak yang sesuai serta pepejal natrium hidroksida, NaOH, anda dikehendaki menghasilkan sabun yang boleh dikomersialkan.

1. Lakukan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Bincangkan dalam kumpulan masing-masing kualiti yang perlu ada pada sabun yang akan dihasilkan. Rajah 5.7 dapat membantu percambahan idea.
3. Buat perancangan untuk menghasilkan sabun kumpulan anda.
4. Tunjukkan kepada guru kimia anda untuk mendapatkan persetujuannya.
5. Hasilkan sabun kumpulan anda.
6. Sediakan brosur yang memuatkan maklumat tentang kelebihan sabun yang dihasilkan.
7. Pamerkan hasil sabun setiap kumpulan melalui aktiviti *Gallery Walk*.

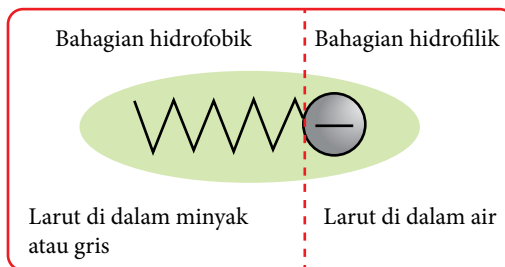


Rajah 5.7 Percambahan idea penghasilan sabun buatan tangan

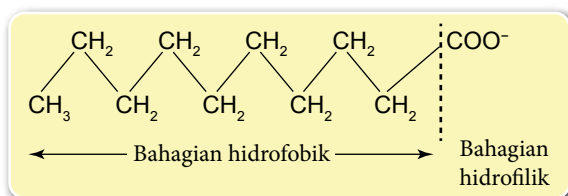
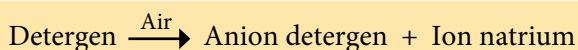
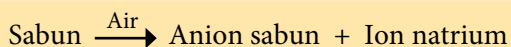


## Tindakan Pencucian Sabun dan Detergen

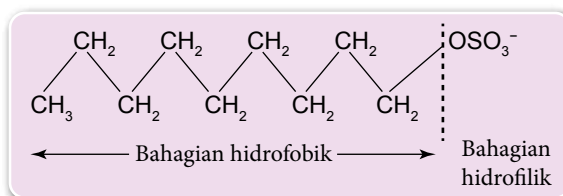
- Pada dasarnya tindakan pencucian sabun dan detergen adalah sama.
- Sabun dan detergen bertindak sebagai agen pengemulsi kerana molekul sabun dan detergen dapat larut di dalam minyak atau gris dan juga air.
- Apabila sabun atau detergen dilarutkan di dalam air, molekul sabun atau detergen tercerai untuk membentuk:
  - (i) Ion natrium,  $\text{Na}^+$  atau ion kalium,  $\text{K}^+$ .
  - (ii) Anion sabun atau anion detergen.
- Contoh persamaan am bagi pengionan sabun dan detergen:



**Rajah 5.8** Struktur ringkas anion sabun atau anion detergen



Formula struktur anion sabun



Formula struktur anion detergen

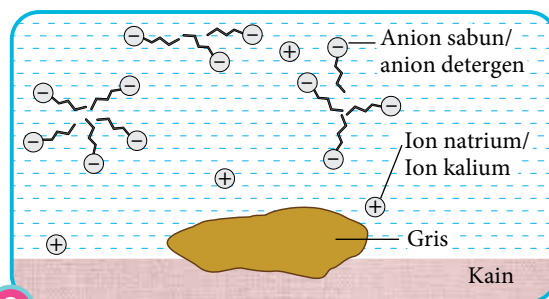
**Rajah 5.9** Contoh anion sabun dan anion detergen

- Merujuk kepada Rajah 5.8 dan 5.9, struktur anion sabun dan anion detergen terdiri daripada dua bahagian, iaitu:
  - (i) Bahagian hidrofilik yang larut di dalam air.
  - (ii) Bahagian hidrofobik yang larut di dalam minyak atau gris.
- Kedua-dua sifat bahagian ini menjadikan sabun dan detergen sebagai agen pencucian yang berkesan. Rajah 5.10 menerangkan tindakan pencucian sabun dan detergen.



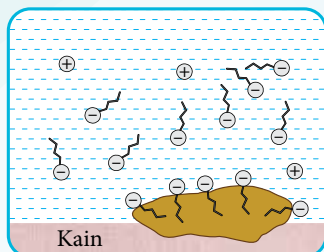
1

- Penambahan sabun atau detergen ke dalam air akan mengurangkan ketegangan permukaan air.
- Ini menambahkan kebolehan air untuk membasahi permukaan kain.



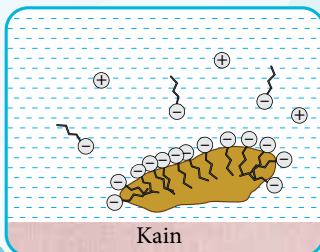
2

- Sabun atau detergen mengion dalam air dan menghasilkan anion sabun atau anion detergen yang bergerak bebas.



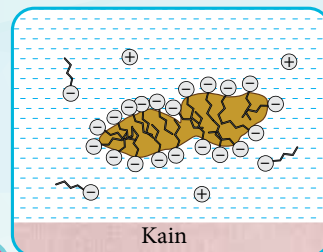
3

- Bahagian hidrofilik anion sabun atau anion detergen larut di dalam air.
- Bahagian hidrofobik larut di dalam gris.



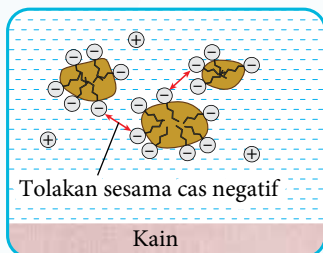
4

- Pergerakan air semasa gosokan dan pengocakan menyebabkan gris tertanggal daripada permukaan kain.



5

- Bahagian hidrofilik anion sabun atau anion detergen mengelilingi gris.
- Gris terapung di permukaan air.



6

- Gris berpecah kepada titisan kecil.
- Titisan kecil tersebut tidak bergabung semula pada permukaan kain kerana tolakan sesama cas negatif pada bahagian hidrofilik di permukaan gris.
- Titisan itu terampai di dalam air dan membentuk emulsi.
- Apabila dibilas dengan air, permukaan kain menjadi bersih kerana titisan gris itu tertinggal di dalam air.

Rajah 5.10 Tindakan pencucian sabun dan detergen

**Cucian Kering**

Cucian kering tidak menggunakan air sebaliknya menggunakan pelarut selain air seperti 1,1,1-trikloroetana.  
<https://bit.ly/kpkt5n19>



Portal Kimia  

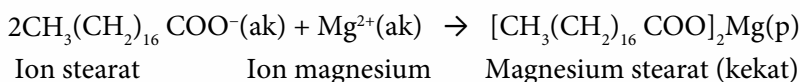
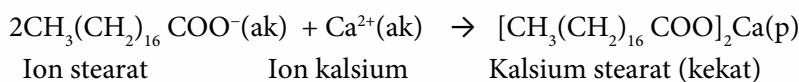


**Pencucian Sabun dan Detergen**

<https://bit.ly/kpkt5v44>

## Perbandingan Tindakan Pencucian Sabun dan Detergen

- Air yang mengandungi ion kalsium,  $\text{Ca}^{2+}$  dan ion magnesium,  $\text{Mg}^{2+}$  disebut air liat.
- Anion sabun bergabung dengan kation-kation tersebut untuk membentuk garam yang tidak larut di dalam air, iaitu kekat.

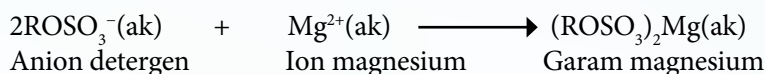
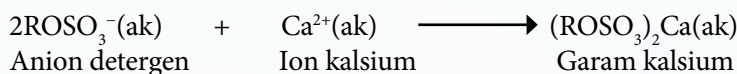


- Pembentukan kekat menyebabkan pembaziran sabun kerana lebih banyak sabun perlu digunakan untuk tindakan mencuci.



**Gambar foto 5.5**  
Pembentukan kekat dalam air sungai

- Anion detergen pula bergabung dengan kation-kation tersebut untuk membentuk garam yang larut di dalam air. Oleh itu, keberkesanan tindakan pencucian detergen tidak dipengaruhi oleh air liat.



## Eksperimen 5A

### Keberkesanan Tindakan Pencucian Sabun dan Detergen

**PAK21** Pembelajaran Sains Secara Inkuiri

**Tujuan:** Membandingkan keberkesanan tindakan pencucian sabun dan detergen di dalam air liat.

**Penyataan masalah:** Adakah sabun mencuci dengan lebih berkesan daripada detergen di dalam air liat?

**Hipotesis:** Cadangkan satu hipotesis untuk eksperimen ini.

**Pemboleh ubah:** Tentukan semua pemboleh ubah dalam eksperimen ini.

**Bahan:** Air liat, sabun, detergen, kain dengan kotoran berminyak.

**Radas:** Bikar, silinder penyukat, spatula, rod kaca dan penimbang elektronik.

**Prosedur:**

Dengan menggunakan radas dan bahan yang dibekalkan, rancangkan satu eksperimen untuk membandingkan keberkesanan tindakan pencucian sabun dan detergen di dalam air liat.

**Keputusan:**

Rekodkan semua pemerhatian dalam jadual.

**Kesimpulan:**

Adakah hipotesis diterima? Tuliskan kesimpulan bagi eksperimen ini.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.

- Jadual 5.4 menunjukkan perbandingan keberkesanan tindakan pencucian sabun dan detergen.

**Jadual 5.4** Perbandingan keberkesanan tindakan pencucian sabun dan detergen

Aspek	Sabun	Detergen
Keberkesanan di dalam air lembut	Berkesan sebagai agen pencuci.	Berkesan sebagai agen pencuci.
Keberkesanan di dalam air liat	Kurang berkesan kerana membentuk kekat.	Lebih berkesan kerana tidak membentuk kekat.
Keberkesanan di dalam air berasid	Tidak berkesan kerana membentuk asid organik yang tidak larut.	Berkesan kerana membentuk asid organik yang larut.

## Bahan Tambah dalam Detergen

- Tahukah anda bahawa kebanyakan agen pencuci kini merupakan detergen? Terdapat pelbagai jenis detergen di pasaran dengan kualiti pencucian yang sedikit berbeza. Perbezaan ini disebabkan oleh bahan tambah yang dimasukkan ke dalam detergen tersebut. Bahan tambah itu memberikan sifat istimewa kepada sesuatu detergen. Jadual 5.5 menyenaraikan beberapa jenis bahan tambah yang terdapat di dalam detergen berserta fungsi dan contoh.

Jadual 5.5 Bahan tambah dalam detergen

Bahan tambah	Fungsi	Contoh
Enzim biologi	Menanggalkan kotoran berprotein seperti darah, susu dan gula.	Amilase, protease, selulase dan lipase.
Agen pemutih	Menukar kotoran kepada bahan tanpa warna.	Natrium perborat dan natrium hipoklorit.
Pemutih optik	Menjadikan kain lebih putih dan lebih cerah.	Pewarna pendafluor.
Pelembut air dan pembina	Meningkatkan keberkesanan detergen dengan melembutkan air.	Natrium tripolifosfat.
Agen pengawal buih	Untuk mengawal pembuihan di dalam detergen.	Alkil monoetanolamida.
Agen antienapan	Menghalang kotoran yang dikeluarkan oleh detergen daripada melekat semula.	Natrium karboksilmetilselulosa.
Bahan pewangi	Menambahkan kewangian detergen dan fabrik.	Melur dan lavender.
Agen pengering	Memastikan serbuk detergen sentiasa kering di dalam bekas.	Natrium sulfat dan natrium silikat.



## AKTIVITI 5E



### Mengkaji nisbah komponen bahan tambah serta fungsinya dalam bahan pencuci.

Pemilihan bahan pencuci banyak bergantung kepada kesesuaian penggunaan bahan pencuci itu.

- Apabila seseorang memilih bahan pencuci, kriteria yang berikut mungkin dipertimbangkan.
  - Apakah;
    - kegunaan bahan pencuci itu,
    - keadaan fizikalnya,
    - bahan tambahan yang terdapat pada bahan pencuci itu, dan
    - kesan sampingannya jika bahan pencuci itu digunakan?
  - Adakah bahan pencuci itu;
    - sesuai dengan bekalan air di rumah, dan
    - mesra alam?
- Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan melalui aktiviti *Round Robin*.
- Dapatkan satu contoh bahan pencuci dan jalankan kajian tentang nisbah komponen bahan tambah serta fungsinya dalam bahan pencuci dengan memberikan fokus kepada kriteria di atas.
- Bentangkan hasil dapatan kumpulan anda di dalam kelas dengan menggunakan persembahan multimedia.



## Upp Diti 5.2

- Apakah yang dimaksudkan dengan sabun?
- Apakah yang dimaksudkan dengan detergen?
- Namakan proses penyediaan sabun.
- Berikan persamaan kimia seimbang bagi tindak balas antara asid stearik dan natrium hidroksida untuk menyediakan sabun.
- Nyatakan dua peringkat dalam proses penyediaan detergen.
- Salah satu sifat sabun atau detergen adalah dapat membentuk buih. Apakah fungsi buih?



## 5.3 BAHAN TAMBAH MAKANAN

- Tahukah anda bahawa dalam industri penyediaan makanan, bahan-bahan seperti pewarna, perisa dan pengawet telah ditambahkan bagi tujuan menjadikan makanan itu lebih menarik, sedap dan juga tahan lama? Bahan-bahan ini dikenali sebagai bahan tambah makanan.

### Standard Pembelajaran

#### Murid boleh:

- 5.3.1 Menghuraikan dengan contoh jenis bahan tambah makanan dan fungsinya.
- 5.3.2 Mewajarkan penggunaan bahan tambah makanan.

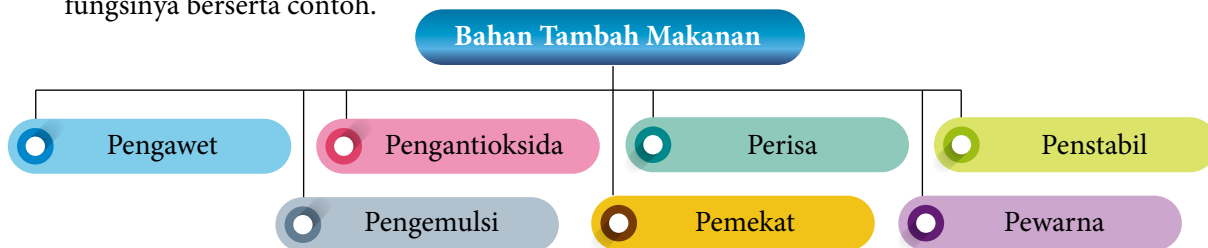
### Apakah bahan tambah makanan?

- Bahan tambah makanan ialah bahan semula jadi atau sintetik yang ditambahkan pada makanan untuk menghalang kerosakan atau untuk memperbaiki rupa bentuk, rasa atau tekstur.
- Kesan daripada kemunculan makanan yang diproses dalam industri makanan pada masa ini, lebih banyak bahan tambahan makanan telah diperkenalkan sama ada berasal daripada bahan semula jadi atau sintetik.
- Atas kesedaran dan kepentingan pengguna, pihak Kementerian Kesihatan menguatkuasakan Akta Makanan 1983 dan Peraturan-peraturan Makanan 1985 secara serentak.

Kedua-dua akta dan peraturan yang dikuatkuasakan ini bertujuan untuk memastikan makanan yang dijual kepada orang ramai adalah selamat dimakan, di samping memastikannya mempunyai label yang tidak mengelirukan pengguna. Tumpuan diberikan kepada standard makanan dan kandungannya, jaminan bagi makanan yang tertentu, penandaan tarikh bagi makanan dan tambahan zat makanan serta aspek pembungkusan.

### Jenis-jenis Bahan Tambah Makanan

- Rajah 5.11 menyenaraikan jenis-jenis bahan tambah makanan manakala Jadual 5.6 menjelaskan fungsinya berserta contoh.



Rajah 5.11 Jenis-jenis bahan tambah makanan

Jadual 5.6 Bahan tambah makanan

Bahan tambah makanan dan fungsinya	Contoh
<b>Pengawet</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menghalang atau melambatkan pertumbuhan bakteria atau kulat supaya makanan dapat disimpan lebih lama.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garam biasa pada ikan kering.</li> <li>Gula di dalam jem.</li> <li>Cuka di dalam jeruk.</li> <li>Asid benzoik di dalam sos cili.</li> <li>Natrium benzoat di dalam roti.</li> <li>Natrium nitrit atau natrium nitrat di dalam sosej.</li> <li>Sulfur dioksida di dalam pembungkusan buah-buah kering.</li> </ul>



<p><b>Pengantioksid</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Melambatkan pengoksidaan lemak dalam makanan.</li> <li>Mencegah ketengikan makanan yang berminyak atau berlemak.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asid askorbik (Vitamin C) di dalam gula-gula.</li> <li>Asid sitrik di dalam makanan berminyak seperti kek dan biskut.</li> <li>Tokoferol (Vitamin E) di dalam marjerin.</li> </ul>
<p><b>Perisa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menggantikan rasa asli yang hilang semasa pemprosesan.</li> <li>Menambahkan rasa atau bau harum untuk menyedapkan makanan.</li> <li>Menggantikan perisa makanan yang mahal atau didapati secara bermusim seperti buah-buahan yang tertentu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mononatrium glutamat (MSG) di dalam mi segera.</li> <li>Aspartam, sorbitol, stevia (pemanis).</li> <li>Ester seperti propil etanoat (perisa pir), etil butanoat (perisa nanas).</li> </ul>
<p><b>Penstabil</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Memberikan tekstur yang seragam dan licin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pektin untuk memekatkan jem.</li> <li>Agar-agar daripada rumpai untuk membuat jeli.</li> </ul>
<p><b>Pengemulsi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Membaurkan dua cecair yang tidak bercampur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monogliserida atau digliserida di dalam mentega kacang.</li> <li>Lesitin di dalam coklat.</li> </ul>
<p><b>Pemekat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Memekatkan cecair.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kanji, gelatin, gam akasia dan gam xanthan digunakan untuk memekat sup atau sos.</li> </ul>
<p><b>Pewarna</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menambah atau mengembalikan warna makanan supaya kelihatan menarik dan lazat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sebatian azo untuk memberikan warna kuning, merah, perang atau hitam.</li> <li>Sebatian trifenil untuk memberikan warna hijau, biru atau lembayung.</li> <li>Karamel untuk memberikan warna perang.</li> </ul>

### Cabaran Minda

Bagaimanakah garam biasa atau gula bertindak sebagai pengawet?

### INFO



Gambar foto 5.7  
Pokok stevia

Stevia ialah spesies herba daripada keluarga bunga matahari. Rasanya 300 kali lebih manis daripada gula.

### Malaysia Hebat



Biji Durian sebagai Penstabil  
<https://bit.ly/kpkt5n20>



### AKTIVITI

5F

PAK21

Menjalankan kromatografi terhadap pewarna makanan.

- Jalankan aktiviti ini secara kumpulan.
- Tonton video di halaman 179 untuk mengimbas kembali cara menjalankan kromatografi yang telah anda pelajari semasa tingkatan satu.

- Tentukan jenis pewarna makanan sama ada;
  - pewarna sintetik, atau
  - pewarna asli.
- Jalankan kromatografi.
- Bentangkan hasil dapatan anda di dalam kelas.

Portal  
KimiaKromatografi  
<https://bit.ly/kpkt5v46>

## Tahukah anda?

Kod E merupakan kod yang digunakan oleh negara-negara Eropah bagi pelabelan bahan tambah makanan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 5.8.

Ramuhan: Gula, Pepejal Susu, Mentega Koko, Lemak Sayuran (Kelapa Sewit, 'Illipe', 'Shea'), Pengemulsi (Lesitin Soya, E476) dan Perisa. Aditif makanan adalah daripada sumber tumbuhan dan sintetik.

Gambar foto 5.8 Contoh label pada makanan



## AKTIVITI 5G

PAK21

Menganjurkan pertandingan membuat agar-agar.

- Agar-agar ialah makanan pencuci mulut yang digemari oleh kebanyakan orang yang menggemari makanan yang manis. Penggunaan bahan tambah makan seperti pewarna dan perisa dapat menjadikan agar-agar lebih menarik dan menyelerakan.
- Anjurkan pertandingan membuat agar-agar di sekolah anda. Antara perkara yang perlu dirancang dan dilaksanakan termasuklah:

Syarat-syarat pertandingan

Panel hakim

Penaja bagi hadiah-hadiah

Kriteria pemilihan agar-agar yang terbaik

Promosi pertandingan

- Tuliskan laporan berita pertandingan ini untuk majalah sekolah anda atau laman sesawang.

## Mewajarkan Penggunaan Bahan Tambah Makanan

- Tidak dapat dinafikan bahawa sesetengah bahan tambah makanan dapat menjejaskan kesihatan kita. Walaupun demikian, bahan tambah makanan wajar digunakan dalam makanan kita.
- Pengeluar makanan harus mematuhi kuantiti penggunaan bahan tambah makanan yang diluluskan agar kesihatan pengguna tidak terjejas. Rajah 5.12 menunjukkan kewajaran penggunaan bahan tambah makanan serta kesan buruk jika diambil secara berlebihan.



Rajah 5.12 Kewajaran penggunaan bahan tambah makanan serta kesan buruk jika diambil secara berlebihan (Sumber: <http://www.myhealth.gov.my/aditif-makanan-apa-yang-perlu-anda-tahu>)



## AKTIVITI 5H

Mewajarkan penggunaan bahan tambah makanan.

1. Jalankan aktiviti ini secara kumpulan.
2. Baca dan fahami petikan yang berikut:

Pelbagai makanan proses mengandungi bahan tambah makanan yang bertujuan supaya makanan itu lebih menyelerakan, sedap dan tahan lama. Pengambilan bahan tambah makanan ini untuk jangka masa yang panjang dapat memberikan kesan sampingan seperti alahan dan masalah kesihatan yang lain. Antara contoh bahan tambah makanan tersebut ialah;

(a) sulfur dioksida, (c) mononatrium glutamat (MSG), dan  
 (b) natrium nitrit dan natrium benzoat, (d) pewarna.

3. Kumpulkan maklumat tentang bahan tambah makanan yang dinyatakan di atas.
4. Wajarkan penggunaan bahan tambah makanan yang tersebut.
5. Sediakan persembahan multimedia yang menarik tentang hasil dapatan kumpulan anda.
6. Bentangkan hasil kerja kumpulan anda di hadapan kelas.



## AKTIVITI 5I

Impak bahan tambah makanan kepada nilai nutrien dan fungsi makanan.

1. Jalankan aktiviti secara berkumpulan dan kolaboratif.
2. Kumpul dan analisis data daripada Kementerian Kesihatan Malaysia atau dari negara lain tentang impak bahan tambah makanan kepada nilai nutrien dan fungsi makanan.

Portal  
Kimia



Bahagian Pemakanan  
Kementerian Kesihatan Malaysia  
<https://bit.ly/kpkt5n21>



Portal MyHealth  
Kementerian Kesihatan Malaysia  
<https://bit.ly/kpkt5n22>

3. Bincangkan maklumat yang telah dianalisis.
4. Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda di dalam kelas dalam bentuk multimedia.



## Upp Diti 5.3

1. Nyatakan tujuh jenis bahan tambah makanan.
2. Rajah di bawah menunjukkan sebahagian daripada label kandungan makanan pada bungkusan makanan Marjerin Lazat.

### Marjerin Lazat

**Ramuan:** Minyak sayuran, garam, susu pepejal, pengemulsi, asid askorbik, perisa dan pewarna yang dibenarkan.

- (a) Apakah jenis bahan tambah makanan bagi asid askorbik?
- (b) Nyatakan fungsi asid askorbik dalam marjerin itu.
- (c) Kenal pasti dua lagi bahan tambah makanan dalam marjerin itu.

## 5.4 UBAT-UBATAN DAN BAHAN KOSMETIK

### Apakah ubat?

- Ubat ialah bahan kimia yang digunakan untuk membantu kita merawat atau mencegah penyakit.
- Ubat dapat dikelaskan kepada ubat tradisional dan ubat moden.
- Ubat adalah selamat jika diambil dengan betul.
- Secara am, ubat adalah untuk kegunaan kesihatan tetapi ada yang menyalahgunakan ubat sehingga memudaratkan diri sendiri.

### Standard Pembelajaran

#### Murid boleh:

- 5.4.1 Menjelaskan dengan contoh jenis ubat, fungsi dan kesan sampingannya.
- 5.4.2 Mewajarkan penggunaan ubat.
- 5.4.3 Menjelaskan dengan contoh bahan kosmetik.
- 5.4.4 Mewajarkan penggunaan bahan kosmetik.

### Ubat Tradisional

- Diperoleh daripada tumbuh-tumbuhan herba atau haiwan dan tidak diproses secara kimia.
- Biasanya disediakan dengan menghancurkan bahagian tertentu tumbuhan dengan menggunakan lesung dan disapukan pada anggota badan yang sakit.
- Ada juga bahagian tertentu tumbuhan atau haiwan direbus untuk mendapatkan patinya dan diminum.
- Pada masa ini, ubat tradisional telah mengalami evolusi pemrosesan dan dipasarkan dalam bentuk pil atau kapsul. Rajah 5.13 menunjukkan contoh beberapa jenis tumbuhan yang biasa digunakan sebagai ubat tradisional di Malaysia berserta kegunaannya.



#### Halia

(*Zingiber officinale*):

- Menyingkirkan angin dalam badan.
- Mencegah selesema.
- Membantu memanaskan badan.

#### Lidah buaya

(*Aloe bardadensis miller*):

- Merawat penyakit kulit.
- Melegakan luka pada kulit akibat melecur atau terbakar.



#### Ginseng

(*Panax ginseng*):

- Membina pertahanan badan terhadap jangkitan.
- Merendahkan tekanan darah dan paras kolesterol.

#### Asam jawa


(*Tamarindus indica*):

- Jus buahnya dapat melegakan batuk.
- Mencerahkan kulit.



Rajah 5.13 Contoh beberapa tumbuhan yang biasa digunakan sebagai ubat tradisional di Malaysia

### Cabaran Minda

Daun ketum digunakan secara tradisional untuk melegakan sakit belakang dan pemulihan tenaga namun penjualan produk yang diproses daripada daun ketum diharamkan di sisi undang-undang. Tahukah anda mengapa? 



Gambar foto 5.9  
Daun ketum

Portal Kimia  



Ubat Tradisional  
<https://bit.ly/kpkt5n23>

## Ubat Moden

- Perkembangan pesat dalam bidang penghasilan ubat melalui teknologi baharu seperti bioteknologi, nanoteknologi dan kejuruteraan genetik telah memangkinkan industri penghasilan ubat-ubatan moden.
- Tahukah anda bahawa kebanyakan ubat moden yang dihasilkan pada hari ini berasal daripada tumbuhan dan mikroorganisma ataupun bahan kimia sintetik? Ubat moden terdapat dalam pelbagai bentuk seperti pil, kapsul, serbuk dan larutan.
- Rajah 5.14 menyenaraikan jenis-jenis ubat moden manakala Jadual 5.7 menjelaskan fungsi, cara penggunaan, kesan sampingan berserta contoh.

### Ubat Moden



Rajah 5.14 Jenis-jenis ubat moden

Jadual 5.7 Jenis-jenis ubat moden dan contoh, fungsi, cara penggunaan dan kesan sampingan

Jenis dan contoh	Fungsi	Cara penggunaan dan kesan sampingan
<p><b>Analgesik</b> Contoh:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspirin</li> <li>• Parasetamol</li> <li>• Kodeina</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspirin dan parasetamol melegakan sakit dalam keadaan sedar.</li> <li>• Kodeina melegakan sakit, rawatan batuk dan cirit birit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perlu diambil mengikut preskripsi doktor.</li> <li>• Aspirin bersifat asid, tidak sesuai bagi pesakit gastrik atau diberi kepada kanak-kanak kerana dapat menyebabkan ulser perut.</li> <li>• Parasetamol melebihi dos dapat menyebabkan kerosakan hati.</li> <li>• Kodeina menyebabkan seseorang itu berasa mengantuk.</li> </ul>
<p><b>Antimikrob</b> Contoh:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antibiotik seperti penisilin dan streptomisin.</li> <li>• Antiseptik seperti hidrogen peroksida, iodin dan asid borik.</li> <li>• Disinfektan seperti alkohol dan formaldehid.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antibiotik membunuh atau merencatkan pertumbuhan bakteria.</li> <li>• Antiseptik digunakan di bahagian luar badan.</li> <li>• Disinfektan memusnahkan patogen yang terdapat pada objek bukan hidup seperti lantai dan sistem perparitan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antibiotik perlu dihabiskan supaya semua bakteria dibunuh. Jika tidak, bakteria menjadi imun kepada antibiotik dan penyakit akan berulang semula.</li> <li>• Antiseptik hanya disapu pada bahagian luaran sahaja dan tidak dimakan.</li> <li>• Alahan dapat membawa maut. Pesakit dengan alahan penisilin akan diberikan Kad Alahan Ubat sebagai pemberitahuan tentang keadaannya.</li> </ul>





<p><b>Ubat psikotik</b> Contoh:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haloperidol.</li> <li>• Klorpromazin.</li> <li>• Klozapin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merawat psikosis, iaitu gejala penyakit mental yang menyebabkan pesakit melihat, mendengar atau mempercayai perkara yang tidak nyata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diambil atas preskripsi doktor.</li> <li>• Mengakibatkan pergerakan muka dan badan yang tidak normal.</li> <li>• Mengakibatkan kejang dan menggeletar.</li> </ul>
<p><b>Antialergi</b> Contoh:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antihistamin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dapat melegakan hidung berair dan kegatalan.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hanya boleh diambil atas preskripsi doktor.</li> <li>• Mengakibatkan mengantuk.</li> <li>• Ubat-ubat antihistamin juga dapat menyebabkan mulut terasa kering (<i>xerostomia</i>), gangguan penglihatan dan sembelit jika diambil pada dos yang tinggi.</li> </ul>
<p><b>Kortikosteroid</b> Contoh:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Betamethasone valerate</i> atau <i>prednisolone</i></li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan kelegaan bagi kawasan yang radang.</li> <li>• Mengurangkan bengkak, kemerahan, gatal-gatal dan tindak balas alergi, asma serta artritis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hanya boleh diambil atas preskripsi doktor.</li> <li>• Pengambilan jangka panjang menyebabkan muka sembab (<i>moon face</i>), tekanan darah tinggi dan meningkatkan kandungan gula darah.</li> </ul>

## Keberkesanan dan Penyalahgunaan Ubat

- Ubat-ubatan moden dan tradisional dapat digunakan untuk merawat pelbagai jenis penyakit termasuk penyakit yang sama namun tahap keberkesanan mungkin sedikit berbeza.
- Berbanding dengan ubat moden yang menjalani pelbagai ujian klinikal sebelum boleh digunakan, sesetengah ubat tradisional tidak mempunyai apa-apa data kajian untuk ditentukan akan keberkesanan dalam rawatan. Ini menyukarkan untuk melakukan pemantauan dan penggunaan dos rawatan yang betul.
- Penggunaan dos yang tidak tepat akan memberikan kesan yang tidak sepatutnya kepada rawatan dan dapat menjurus kepada penyalahgunaan ubat-ubatan. Penyalahgunaan ini tidak hanya melibatkan ubat-ubatan moden sahaja malah turut merangkumi ubat-ubatan tradisional.



**Antibiotik**  
Rintangan antibiotik



**Ubat tradisional berasaskan herba**  
Kegagalan fungsi hati dan buah pinggang



**Kodeina**  
Ketagihan

**Gambar foto 5.10** Contoh ubat-ubatan dan kesan penyalahgunaan

- Untuk mengharmonikan bidang rawatan tradisional dalam era moden, Akta Perubatan Tradisional dan Komplementari 2016 telah diperkenalkan bagi memastikan rawatan tradisional yang dibekalkan memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh kerajaan.
- Dasar Perubatan Tradisional dan Komplementari Kebangsaan juga turut diperkenalkan untuk memastikan ubat-ubatan dan rawatan tradisional adalah selamat dan berkualiti.
- Bahagian Regulatori Farmasi Negara merupakan badan yang bertanggungjawab menyelia kualiti dan keselamatan ubat-ubatan dan kosmetik di Malaysia.

Portal  
Kimia



Ubat: Apa yang anda perlu tahu?

<https://bit.ly/kpkt5n24>

Tahukah anda?

Plasebo tidak mempunyai sebarang nilai terapeutik walaupun menyerupai ubat sebenar.



## AKTIVITI 5J

STEM PAK21

Di negara China terdapat hospital yang memberikan rawatan menggunakan herba dan perubatan tradisional. Semasa pandemik COVID-19 berlaku di Wuhan, China, pesakit COVID-19 telah diberi rawatan perubatan secara tradisional dan moden.

Berdasarkan pernyataan di atas, kumpulkan maklumat daripada sumber bacaan atau laman sesawang untuk membuat folio atau buku skrap tentang penggunaan ubat tradisional dan ubat moden dalam kehidupan. Persembahkan secara kreatif folio atau buku skrap anda yang berjudul “Mengharmonikan Perubatan Tradisional dan Perubatan Moden”.

## Kosmetik

- Kosmetik telah digunakan sejak zaman silam untuk menyerlahkan penampilan diri di samping mengekalkan kebersihan. Apakah yang dimaksudkan dengan kosmetik?

Kosmetik ialah bahan atau produk yang digunakan secara luaran untuk membersihkan, melindungi atau mencantikkan penampilan seseorang.

- Pelbagai jenis bahan digunakan sebagai ramuan dalam penghasilan kosmetik agar kesan yang dikehendaki diperoleh. Bahan asas bagi kosmetik biasanya terdiri dari gabungan bahan-bahan seperti air, pengemulsi, pemekat, pewarna, pelembab dan pengawet.
- Maklumat lanjut mengenai bahan-bahan asas kosmetik ditunjukkan dalam Rajah 5.15.

Portal  
Kimia



Kenali Kosmetik Anda

<https://bit.ly/kpkt5n2>



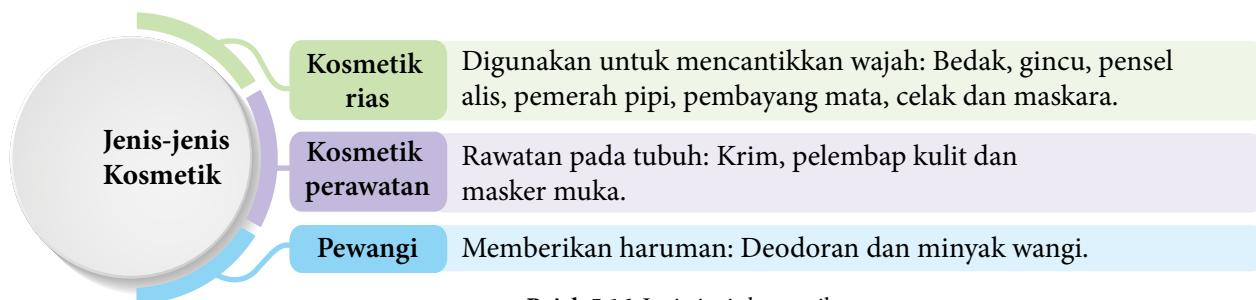
Cara Semak Ubat dan Kosmetik Mendaftar dengan Kementerian Kesihatan

<https://bit.ly/kpkt5v47>



Rajah 5.15 Bahan-bahan asas kosmetik

- Penghasilan dan penjualan bahan kosmetik di Malaysia tertakluk kepada Peraturan-peraturan Kawalan Dadah dan Kosmetik 1984 bagi menjamin keselamatan semua pengguna. Terdapat pelbagai jenis kosmetik di pasaran dan dapat dikelaskan kepada tiga kumpulan utama seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.16.



Rajah 5.16 Jenis-jenis kosmetik

## Penggunaan Kosmetik dalam Kehidupan

- Kosmetik dapat dihasilkan secara organik menggunakan bahan yang terdapat di sekeliling kita atau secara komersial yang dapat dibeli di pasaran.
- Terdapat pelbagai kelebihan penggunaan kosmetik bergantung kepada jenis kosmetik yang digunakan. Penggunaan secara teratur dan bersumberkan bahan yang berkualiti serta selamat mampu memberikan kesan yang diinginkan. Rajah 5.17 menunjukkan kebaikan kosmetik buatan sendiri dan keburukan kosmetik komersial.

### Kebaikan Kosmetik Buatan Sendiri

- Mudah dihasilkan menggunakan bahan-bahan semula jadi.
- Selamat dan tiada bahan kimia berbahaya.
- Kos yang murah.

### Keburukan Kosmetik Komersial

- Kesan sampingan yang merbahayakan.
- Terdapat bahan kimia berbahaya dimasukkan secara tidak sah.
- Iklan yang ditonjolkan secara berlebihan-lebihan dan mengelirukan.

**Rajah 5.17** Kebaikan kosmetik buatan sendiri dan keburukan kosmetik komersial  
(Sumber: <http://www.myhealth.gov.my/category/ubat-dan-anda/ubat-kosmetik>)

- Contoh-contoh bahan kimia terlarang dan kesan sampingan terhadap penggunaannya ditunjukkan dalam Jadual 5.8.

**Jadual 5.8** Kesan sampingan penggunaan bahan kimia terlarang dalam kosmetik

Bahan kimia terlarang	Kesan sampingan	Catatan
Merkuri	Kulit merengsa serta kerosakan buah pinggang dan sistem saraf jika diserap ke dalam salur darah.	Biasanya dimasukkan ke dalam krim pemutih serta produk kosmetik lain secara tidak sah.
Hidrokuinon	Kulit menjadi hipersensitif dan pengurangan pigmentasi yang mengakibatkan pendedahan kulit kepada sinar <i>UV</i> yang merbahaya.	
<i>Betamethasone valerate</i>	Kulit merengsa dan perubahan pigmentasi kulit.	
<i>Tretinoin</i>	Kulit kemerahan dan mengelupas.	Krim jerawat.

(Sumber: [https://www.moh.gov.my/index.php/database\\_stores/attach\\_download/337/1501](https://www.moh.gov.my/index.php/database_stores/attach_download/337/1501))

- Sebagai pengguna, kita seharusnya peka dengan kandungan bahan di dalam kosmetik dan memastikan kosmetik yang ingin digunakan adalah berdaftar dengan Bahagian Regulatori Farmasi Negara.



## AKTIVITI

5K



Perkembangan pesat dunia keusahawanan menyaksikan lambakan pelbagai produk kecantikan di pasaran. Anda dikehendaki menjalankan satu kajian inovasi dan hasilkan satu produk kosmetik yang boleh dikomersialkan dari sumber organik. Tuliskan laporan kajian anda dan pameran produk kosmetik yang anda hasilkan.



## Uji Diri 5.4

1. Berikan tiga contoh ubat tradisional dan kegunaannya.
2. Nyatakan lima jenis ubat moden.
3. Aida berasa sakit kepala. Apakah jenis ubat yang sesuai untuk meredakan kesakitannya?
4. Berikan tiga jenis kosmetik.

## 5.5

## APLIKASI NANOTEKNOLOGI DALAM INDUSTRI

## Nanosains dan Nanoteknologi

- Keinginan untuk melihat benda yang sangat kecil sentiasa menjadi dorongan utama dalam kajian saintifik.
- Pemahaman tentang struktur bahan yang sangat kecil ini berserta dengan kemajuan penyelidikan kini telah membolehkan sifat sesuatu bahan dimanipulasi untuk menghasilkan bahan dengan sifat yang diingini.
- Antara kajian tentang struktur yang sangat kecil ini adalah berkaitan zarah nano seperti helaian grafen dan zarah nano emas yang menyumbang kepada perkembangan pesat bidang nanosains dan nanoteknologi.
- Apakah yang dapat anda fahami tentang nanosains dan nanoteknologi?

**Nanosains** ialah kajian pengolahan bahan-bahan pada skala nano, iaitu antara 1 nanometer hingga 100 nanometer.

**Nanoteknologi** ialah pembangunan bahan atau peranti dengan memanfaatkan ciri-ciri zarah nano.

### Standard Pembelajaran

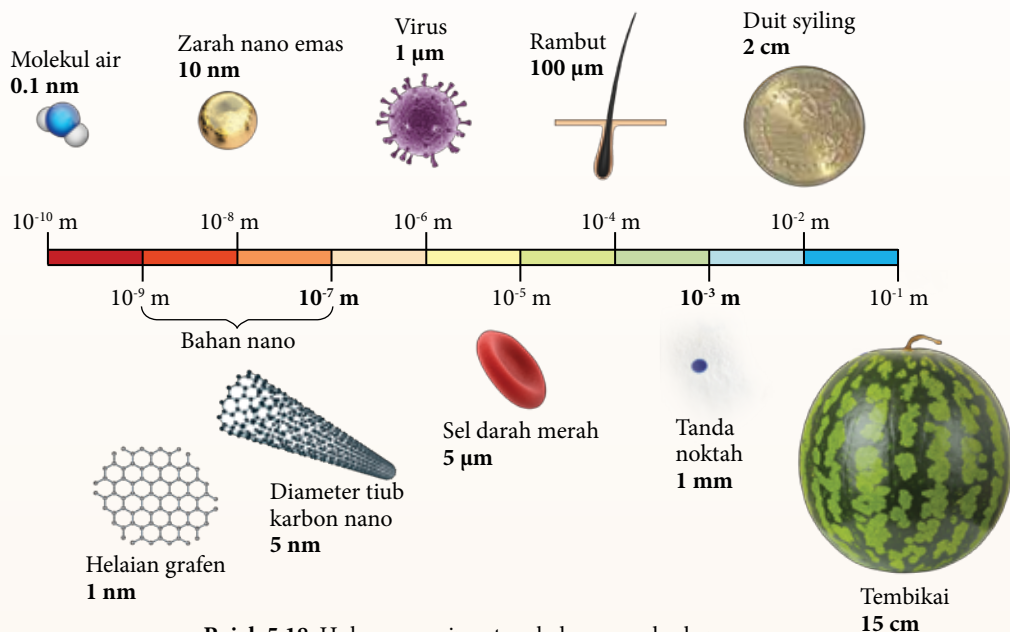
#### Murid boleh:

- 5.5.1 Menerangkan maksud nanoteknologi.
- 5.5.2 Menghuraikan nanoteknologi dengan contoh dan aplikasi dalam kehidupan harian.

### Rentas Kurikulum Sejarah

Istilah nanoteknologi mula diperkenalkan oleh Profesor Norio Taniguchi pada tahun 1974.

- Untuk melihat hubungan skala nano dengan bahan-bahan yang ada di sekeliling kita, mari sama-sama kita teliti Rajah 5.18. Bolehkah anda menambah beberapa lagi senarai bahan dalam rajah tersebut?



Rajah 5.18 Hubungan saiz antara bahan yang berbeza





## AKTIVITI 5L

1. Jalankan aktiviti secara berkumpulan.
2. Imbas kod QR untuk menonton video tentang nanoteknologi.
3. Hasilkan poster kreatif untuk menjelaskan maksud nanoteknologi.
4. Tampilkan poster di kelas anda.

Portal  
Kimia



PAK21



Nanoteknologi

<https://bit.ly/kpkt5v48>

## Aplikasi Nanoteknologi dalam Kehidupan

- Zarah nano yang berukuran antara 1 hingga 100 nm memungkinkan pelbagai aplikasi dapat dicipta kerana saiznya yang sangat kecil.
- Dalam bidang kosmetik contohnya, penggunaan zarah nano mampu untuk memberikan keputusan yang lebih memuaskan kerana zarah yang sangat kecil ini berkeupayaan untuk menembusi lapisan kulit dengan lebih mudah
- Zarah nano juga mampu menyelaputi lapisan permukaan dengan lebih sekata menjadikannya bahan terbaik sebagai agen penyalut. Pelbagai aplikasi lain nanoteknologi dapat dilihat dalam Rajah 5.19.



NANOMALAYSIA®

NanoMalaysia merupakan syarikat yang diperbadankan bawah Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi untuk pembangunan bidang nanoteknologi.

### Semikonduktor dan elektronik

- Semikonduktor yang lebih kecil dan efisien.
- Sistem pendawaian dengan konduktiviti yang tinggi.

### Tenaga dan elektrik

- Sel solar yang lebih efisien dan lebih kecil.
- Bateri yang lebih tahan lama.

### Tekstil

- Fabrik kalis air, api dan kotoran.
- Fabrik pelindung sinar *UV* dan anti kedut.

### Perubatan

- Peranti ujian yang lebih sensitif.
- Sistem penyampaian ubat yang lebih berkesan.

### Pertanian

- Racun perosak yang lebih efektif.
- Pembajaan yang lebih cekap dan menyeluruh.

### Makanan

- Bahan tambah makanan berskala nano.
- Pembungkus makanan antimikrob.

Rajah 5.19 Pelbagai aplikasi nanoteknologi



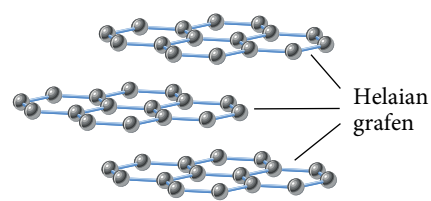
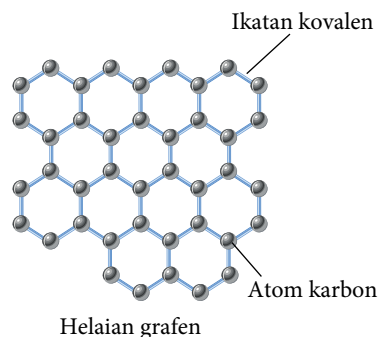
## AKTIVITI 5M

1. Jalankan aktiviti secara berkumpulan.
2. Setiap kumpulan memilih satu aplikasi nanoteknologi.
3. Dapatkan maklumat tambahan daripada buku atau sumber elektronik bagi aplikasi yang dipilih.
4. Persembahkan dapatan anda dalam bentuk poster infografik.
5. Tampil poster infografik anda pada dinding kelas sebagai aktiviti *Gallery Walk*.
6. Setiap kumpulan mengambil giliran untuk membaca poster yang dipamerkan.

PAK21

## Perkembangan Bidang Nanoteknologi

- Cakupan bidang nanoteknologi sangat luas merentasi pelbagai disiplin ilmu termasuk fizik, biologi, kimia, perubatan dan kejuruteraan. Disiplin ilmu ini menyumbang kepada perkembangan pesat kajian tentang aplikasi nanoteknologi dalam pelbagai aspek kehidupan.
- Antara contoh bahan yang menjadi tumpuan utama ialah bahan daripada karbon yang dikenali sebagai grafen.
- Grafen merupakan salah satu alotrop bagi karbon selain berlian dan grafit, namun mempunyai sifat yang sangat berbeza antara satu sama lain. Saiz grafen yang berukuran 0.1 nm menjadikan grafen antara bahan yang penting dalam bidang nanosains dan nanoteknologi.
- Helaian grafen dapat menghasilkan pelbagai bahan lain termasuk grafit, tiub karbon nano dan bebola fulerena. Rajah 5.20 menunjukkan struktur bagi grafen.



Susunan helaian grafen dalam grafit

Rajah 5.20 Struktur grafen

## Sifat Fizik Grafen

- Grafen merupakan satu bahan hebat dengan berbagai ciri-ciri unggul yang dapat dilihat dari sifat fiziknya. Mari bersama terokai sifat fizik grafen seperti yang terdapat dalam Rajah 5.21.



Rajah 5.21 Sifat fizik grafen

Rentas Kurikulum Sejarah

Grafen berjaya diasingkan daripada grafit pada tahun 2004 oleh dua saintis Andre Geim dan Konstantin Novoselov yang membolehkan mereka menerima Anugerah Nobel pada tahun 2010 atas kejayaan mereka.

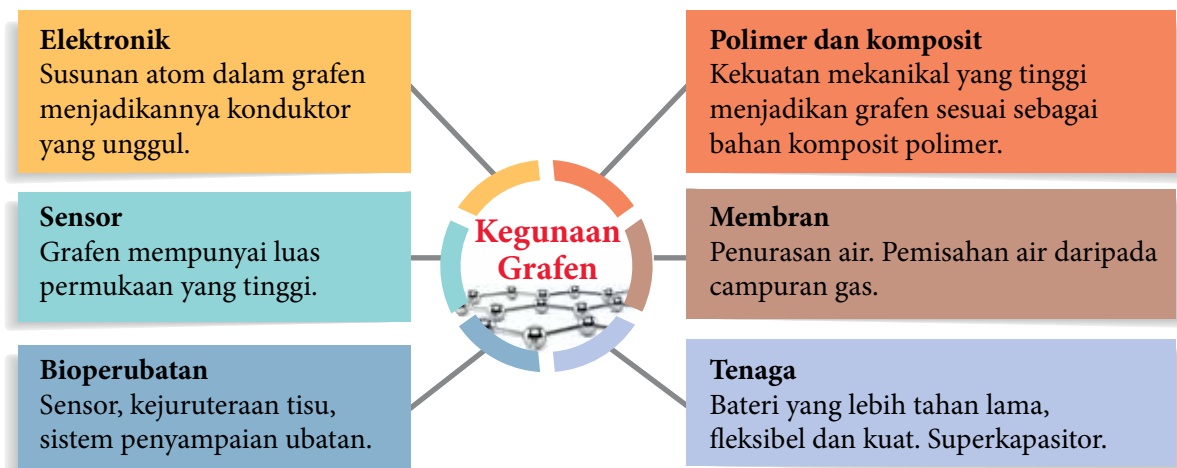
(Sumber: <https://www.graphene.manchester.ac.uk/learn/discovery-of-graphene/>)

## Sifat Kimia Grafen

- Helaian grafen terbakar pada suhu yang lebih rendah berbanding grafit. Grafen merupakan alotrop karbon yang paling reaktif.
- Tindak balas kimia grafen masih dikaji oleh penyelidik secara terperinci kerana penemuan dan pengasingan grafen yang masih baru. Namun begitu, beberapa sebatian berjaya dihasilkan antaranya grafen oksida yang digunakan sebagai mangkin.

## Kegunaan Grafen

- Penemuan grafen membuka lembaran baru dalam bidang nanoteknologi. Pelbagai aplikasi sedia ada dapat ditambah baik atau diganti dengan grafen yang mempunyai ciri-ciri unggul dan istimewa. Antara kegunaan grafen dalam bidang yang berbeza ditunjukkan dalam Rajah 5.22.



Rajah 5.22 Kegunaan grafen dalam pelbagai bidang



NanoMalaysia Autonomous Vehicle - Navi oleh NanoMalaysia merupakan kereta tanpa pemandu yang menggunakan teknologi nano.



(Sumber: nanomalaysia.com, 2019)

Portal Kimia   



Malaysia National Graphene Action Plan, 2020 (NGAP2020)

<https://bit.ly/kpkt5n30>



Menghargai sumbangan sains dan teknologi.



1. Apakah perbezaan antara nanosains dan nanoteknologi?
2. Terangkan cara nanoteknologi dapat meningkatkan taraf kehidupan.
3. Berikan contoh kegunaan nanoteknologi.
4. "Grafen sesuai digunakan untuk penurasan bahan". Terangkan pernyataan yang tersebut.

## 5.6

## APLIKASI TEKNOLOGI HIJAU DALAM PENGURUSAN SISA INDUSTRI

### Perkembangan Teknologi Hijau

- Pengenalan Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan pada tahun 2009 telah merintis penggunaan Teknologi Hijau dengan lebih meluas dalam pelbagai sektor di Malaysia.
- Kesedaran masyarakat terhadap pencemaran alam sekitar dan perubahan iklim telah mencepatkan usaha ke arah penghasilan serta penggunaan Teknologi Hijau di samping penggunaan sumber yang lebih lestari.

Teknologi Hijau ialah teknologi atau aplikasi yang dibangunkan untuk mengurangkan impak aktiviti manusia terhadap alam sekitar.

- Pusat Perubahan Iklim dan Teknologi Hijau Malaysia juga dikenali sebagai *GreenTech* Malaysia, merupakan agensi kerajaan yang bertanggungjawab memperkenalkan pelbagai program dan insentif untuk menggalakkan penggunaan Teknologi Hijau dalam pelbagai sektor ekonomi negara.
- Penggunaan Teknologi Hijau tidak terhad kepada bidang perindustrian semata-mata tetapi sangat luas merentasi pelbagai aspek kehidupan.
- Dalam aplikasi yang melibatkan penghasilan produk atau perkhidmatan, penggunaan teknologi dengan pendekatan yang mesra alam diterapkan bermula daripada penggunaan dan pengurusan sumber sehingga kepada pengurusan bahan buangan.
- Rajah 5.23 menunjukkan sektor-sektor Teknologi Hijau yang utama di Malaysia dan contoh-contoh aplikasi Teknologi Hijau di dalam sektor terlibat.

#### Bekalan Tenaga

Tenaga boleh diperbaharui seperti solar, hidro, geoterma dan angin.

#### Pengangkutan

Kenderaan menggunakan bahan api alternatif.

#### Bangunan

Penggunaan bahan binaan mesra alam dan bangunan jimat tenaga.

#### Pengurusan Sisa dan Air Sisa

Kitar semula dan Kaedah Olahan Larutlesapan Tapak Pelupusan.

#### Pertanian dan Perhutanan

Penggunaan baja kompos dan pemeliharaan hutan.

#### Industri

Penggunaan alatan dan teknologi cekap tenaga.

### Standard Pembelajaran

#### Murid boleh:

- 5.6.1 Menerangkan dengan contoh Teknologi Hijau.
- 5.6.2 Menghuraikan aplikasi Teknologi Hijau dalam sektor pengurusan sisa dan air sisa industri.
- 5.6.3 Mewajarkan aplikasi Teknologi Hijau dalam kehidupan.

Portal Kimia 



**Green Technology Masterplan**

<https://bit.ly/kpkt5n25>



**Dasar Teknologi Hijau Negara**

<https://bit.ly/kpkt5n5>

Rajah 5.23 Sektor-sektor Teknologi Hijau dan contoh aplikasi yang terlibat

## Teknologi Hijau dalam Pengurusan Sisa dan Air Sisa

Pelupusan Sisa



Pengurusan  
Tempat Pelupusan



Olahan Air Sisa



- Teknologi Hijau diguna pakai dalam pengurusan sisa dan air sisa dengan tujuan untuk memastikan pengurusan sisa yang lebih cekap, pengurangan pembebasan gas rumah hijau dan penyingkiran air sisa yang lebih bersih.
- Kesan karbon juga secara tidak langsung dapat dikurangkan dan pelbagai kaedah alternatif dalam menguruskan sisa dan air sisa dapat diteroka menerusi Teknologi Hijau.
- Pendekatan Teknologi Hijau dalam pengurusan sisa dan air sisa merangkumi aspek seperti ditunjukkan dalam Rajah 5.24.

Rajah 5.24 Pendekatan Teknologi Hijau dalam pengurusan sisa dan air sisa

### Pengurusan Sisa

- Pembangunan pesat dan peningkatan jumlah penduduk telah menyumbangkan penjanaaan sisa pepejal atau sampah yang tinggi. Jika tidak diuruskan dengan baik, kualiti hidup dan kesihatan awam akan terjejas.
- Pengurusan sisa tidak hanya melibatkan pihak berkuasa tempatan, sebaliknya semua masyarakat perlu memainkan peranan di dalam memastikan keberkesanan pengurusan sisa terutama sisa pepejal.
- Rajah 5.25 menunjukkan peringkat-peringkat di dalam pengurusan sisa. Dapatkah anda mengenalpasti peringkat pengurusan sisa yang menggunakan Teknologi Hijau?



Bahan larutleapan merujuk kepada cecair tercemar yang terhasil daripada penelusan air melalui bahan buangan pepejal.



Minat dan sifat ingin tahu tentang alam sekitar.



Rajah 5.25 Teknologi Hijau dalam pelbagai peringkat pengurusan sisa

### Pengurusan Air Sisa

- Air sisa merupakan bahan buangan berbentuk cecair yang boleh terdiri dari sisa manusia, sisa makanan, minyak dan bahan kimia. Air sisa dapat dibahagikan kepada air sisa domestik, air larian *stormwater* dan air sisa industri.
- Berbanding air sisa domestik dan air larian *stormwater*, air sisa industri mungkin mengandungi bahan kimia seperti akrilonitril, metilbenzena, toluena serta logam berat seperti arsenik, merkuri dan plumbum.
- Bahan-bahan kimia berbahaya ini sukar untuk terurai secara biologi dan memerlukan kaedah olahan yang lebih sistematik agar tidak mencemarkan alam sekitar atau menjejaskan kesihatan.



## AKTIVITI 5N

“Bagaimana air sisa industri dapat diolah sebelum disingkirkan?”

1. Bincangkan penyelesaian persoalan secara *Brainstorm* di dalam kumpulan anda.
2. Imbas kod QR untuk mendapatkan Modul Teknologi Hijau Kimia (halaman 29 – 32) tentang aktiviti olahan air sisa menggunakan elektrolisis.
3. Jalankan aktiviti ini dengan pengawasan guru anda.
4. Bentangkan hasil dapatan anda kepada kelas anda secara *Gallery Walk*.

Portal  
Kimia



Modul Teknologi  
Hijau Kimia

<https://bit.ly/kpkt5n8>

- Kaedah Olahan Larutlesapan Tapak Pelupusan dengan menggunakan prinsip elektrolisis yang juga dikenali sebagai proses elektro-penggumpalan merupakan pendekatan Teknologi Hijau yang boleh digunakan untuk mengolah air sisa termasuk air sisa industri.
- Elektrod karbon atau kuprum akan digunakan manakala air sisa pula adalah sebagai elektrolit dalam proses elektro-penggumpalan. Bahan pencemar akan membentuk gumpalan (flok) dan dapat diasingkan dari air seterusnya disingkirkan sebagai bahan enapcemar.
- Bahan enapcemar setelah dirawat dengan betul boleh digunakan sebagai baja dalam sektor pertanian atau dilupuskan dengan kaedah yang bersesuaian bergantung kepada komposisi bahan yang terdapat dalam bahan enapcemar.
- Air sisa yang sudah diolah dapat diguna semula untuk pengairan tanaman atau disingkirkan sebagai efluen.
- Langkah-langkah rawatan air sisa ditunjukkan secara ringkas dalam Rajah 5.26.

### INFO

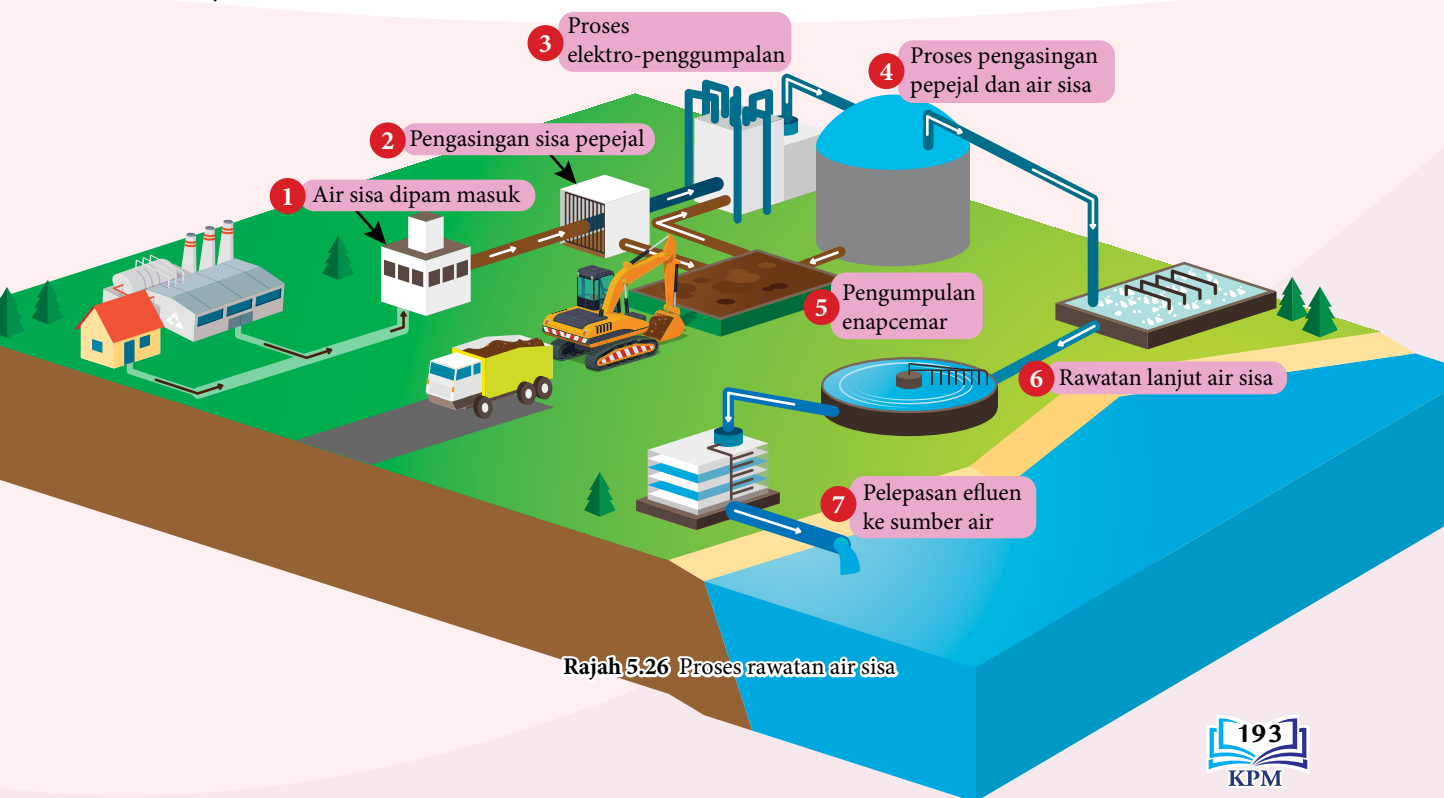
Efluen ialah bahan buangan dalam bentuk cecair yang dialirkan ke dalam sistem perparitan atau sumber air.

Portal  
Kimia



Rawatan  
Air Sisa

<https://bit.ly/kpkt5v49>



Rajah 5.26 Proses rawatan air sisa

## Kepentingan Teknologi Hijau dalam Kehidupan

- Teknologi Hijau telah membuka lembaran baru dalam bidang teknologi dengan pendekatan yang lebih mesra alam tanpa mengetepikan fungsi asal sesuatu teknologi. Perkembangan ini memberikan sumbangan kepada sektor ekonomi negara melalui pewujudan sektor industri baru dan peluang pekerjaan berteraskan teknologi hijau. Pelbagai kepentingan Teknologi Hijau dalam kehidupan dapat dilihat dalam Rajah 5.27.
- Pencemaran alam sekitar dapat dikurangkan dan pengurusan sumber akan menjadi lebih cekap dan terancang. Bagaimanakah anda sebagai pelajar dapat mengintegrasikan Teknologi Hijau dalam kehidupan seharian?



Rajah 5.27 Kepentingan Teknologi Hijau



(Sumber: nst.com.my, 2019)



(Sumber: astroawani.com, 2019)

**Gambar foto 5.11** Pencemaran Sungai Kim Kim pada tahun 2019 adalah akibat dari pelepasan air sisa industri yang tidak diolah ke dalam sungai

### AKTIVITI 50



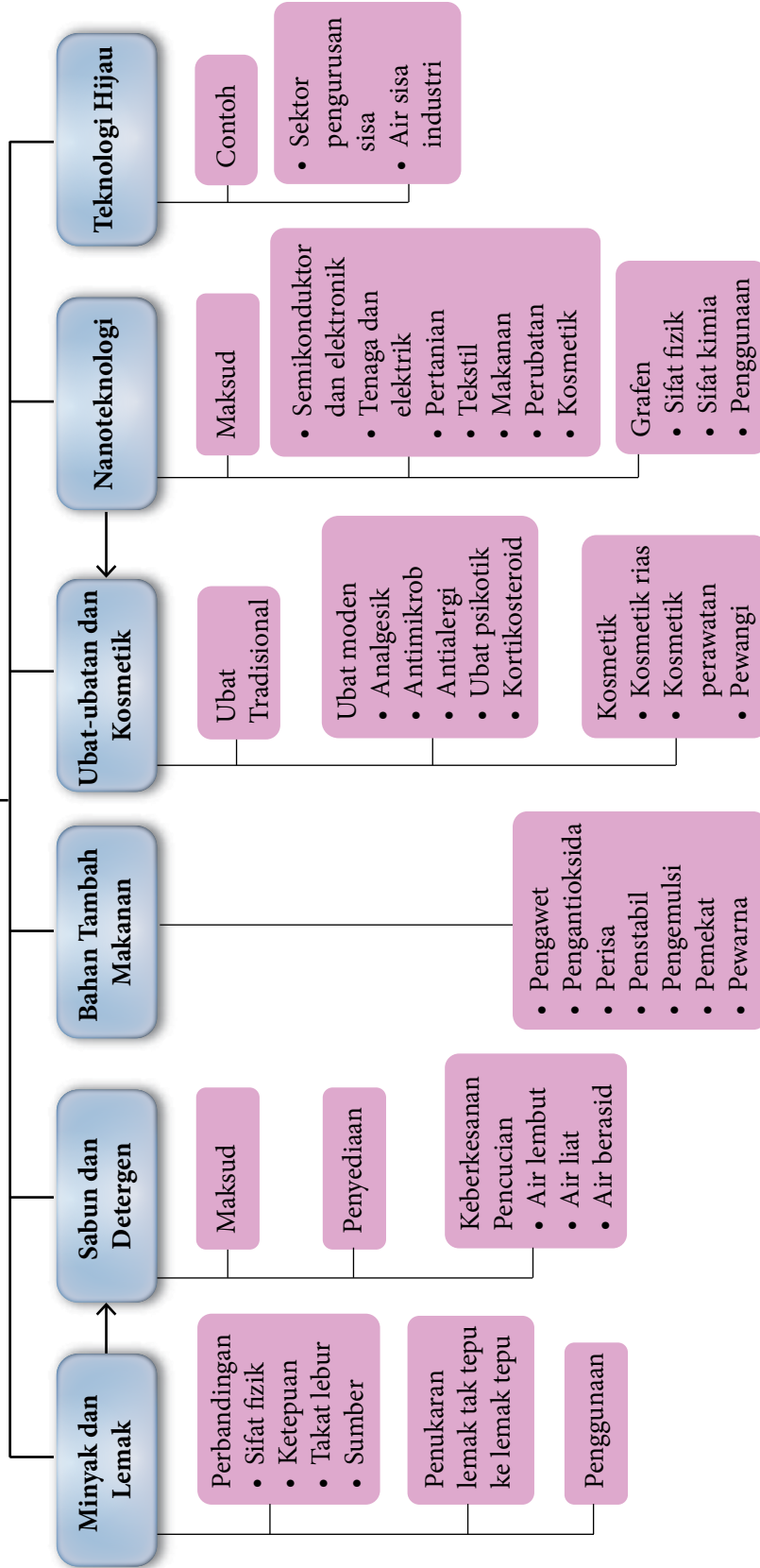
Terdapat pelbagai sisa buangan di sekolah anda yang merangkumi sisa makanan dan botol plastik. Penggunaan elektrik juga tinggi akibat penggunaan kipas dan lampu pada tempoh yang lama.

1. Rancangkan satu pertandingan di peringkat kelas anda.
2. Setiap kumpulan diminta menghantar produk atau cadangan untuk mengatasi isu di atas dengan menggunakan pendekatan Teknologi Hijau.
3. Jemput guru untuk mengadili hasil daripada setiap kumpulan.

### Uji Diri 5.6

1. Apakah yang dimaksudkan dengan Teknologi Hijau?
2. Mengapakah bahan larutlesapan perlu diolah dalam proses pelupusan sisa pepejal?
3. Senaraikan Teknologi Hijau yang digunakan dalam pengurusan air sisa.
4. Bagaimanakah Teknologi Hijau dapat memperlahan kesan rumah hijau?

**KIMIA KONSUMER DAN INDUSTRI**



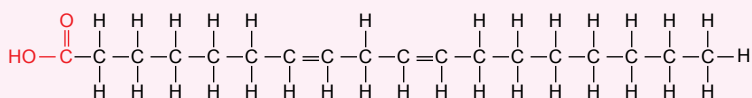
## Refleksi KENDIRI

1. Adakah anda telah menguasai topik **Kimia Konsumer dan Industri**?
2. Apakah kandungan dalam topik **Kimia Konsumer dan Industri** yang ingin anda pelajari dengan lebih mendalam? Mengapa?
3. Bagaimanakah topik **Kimia Konsumer dan Industri** dapat memberikan manfaat kepada anda dalam kehidupan seharian?
4. Bagaimanakah anda menilai kemampuan anda untuk menerangkan kandungan dalam topik **Kimia Konsumer dan Industri** kepada rakan anda?
5. Apakah yang dapat anda lakukan untuk meningkatkan kefahaman anda bagi topik **Kimia Konsumer dan Industri**?




## UJIAN PENCAPAIAN

1. Minyak dan lemak terhasil daripada tindak balas antara asid lemak dan gliserol. Rajah 1 menunjukkan struktur asid lemak P.

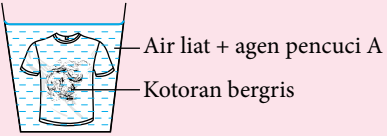
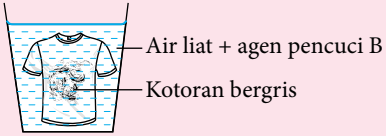


Rajah 1

- (a) Nyatakan jenis lemak yang terhasil apabila asid lemak P bertindak balas dengan gliserol.
  - (b) Minyak atau lemak yang mengandungi asid lemak P lebih mudah dioksidakan dan rosak apabila terdedah kepada udara. Terangkan mengapa. 
2. (a) Persamaan di bawah menunjukkan tindak balas dalam penyediaan sabun di makmal.
 

**Minyak sawit + Natrium hidroksida pekat → Natrium palmitat(sabun) + Gliserol**

    - (i) Apakah nama tindak balas ini?
    - (ii) Apakah siri homolog bagi minyak sawit?
  - (b) Seorang murid ingin menyediakan sabun kalium palmitat. Apakah alkali yang perlu digunakannya?
3. Rajah 2 menunjukkan hasil cucian baju yang mempunyai kotoran bergris dengan menggunakan dua jenis agen pencuci A dan B yang berbeza.

Agan pencuci	A	B
Formula anion	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3^-$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}^-$
Pencucian di dalam air liat		
Keputusan	Kotoran bergris ditanggalkan	Masih terdapat kotoran bergris

Rajah 2

- (a) Nyatakan jenis agan pencuci A dan agan pencuci B.
- (b) Berdasarkan Rajah 2, banding beza tindakan pencucian bagi kedua-dua agan pencuci itu di dalam air liat. Terangkan jawapan.

4. Jadual 1 menunjukkan maklumat yang terdapat pada label tiga jenis makanan. P, Q dan R ialah bahan tambah makanan.

Jadual 1

Nanas di dalam sirap	Sos tomato	Aiskrim vanila
Manis dan dihasilkan secara tradisional daripada sumber asli	Sedap dan tahan lama	Berperisa dan lembut
Kandungan: Kepingan nanas segar, bahan tambah makanan P.	Kandungan: Tomato, gula, garam, tepung jagung, pewarna tiruan, bahan tambah makanan Q.	Kandungan: Susu, vanila, gula, pewarna tiruan, bahan tambah makanan R.

Berdasarkan label pada bekas makanan dalam Jadual 1:

- Nyatakan nama bahan tambah makanan P, Q dan R.
  - Kenal pasti jenis bahan tambah makanan itu dan fungsi masing-masing.
5. Jadual 2 menunjukkan maklumat tentang dua jenis ubat antimikrob X dan Y.

Jadual 2

Ubat	Penerangan
X	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disapu pada luka atau kecederaan</li> <li>Tidak boleh dimakan</li> </ul>
Y	<ul style="list-style-type: none"> <li>Digunakan untuk batuk kering dan radang paru-paru</li> </ul>

- Namakan jenis ubat X dan Y.
  - Apakah tindakan yang perlu diambil untuk memastikan bahawa pengambilan ubat Y berkesan? Berikan alasan anda.
6. Gambar foto 1 menunjukkan losyen penghalang cahaya matahari yang menggunakan nanoteknologi.
- Apakah yang dimaksudkan dengan nanoteknologi?
  - Terangkan kelebihan penggunaan nanoteknologi bagi losyen penghalang cahaya matahari.
  - Nyatakan dua kegunaan nanoteknologi yang lain.
7. Pencemaran sumber air dapat disebabkan oleh larutlesapan pusat pelupusan sampah atau daripada pembuangan air sisa yang tidak dirawat.
- Terangkan langkah untuk mengatasi masalah ini dengan menggunakan Teknologi Hijau.
  - Huraikan kelebihan menggunakan Teknologi Hijau dalam proses pengolahan air sisa.
  - Enapcemar merupakan bahan yang terhasil daripada proses pengolahan air sisa. Bagaimanakah bahan enapcemar ini dapat memberikan manfaat kepada manusia?



Gambar foto 1

Portal  
Kimia



Latihan Tambahan

<https://bit.ly/kpkt5n26>

## Sadut Pengayaan

Minyak kelapa dara memiliki pelbagai khasiat dan mengandungi peratusan asid lemak tak tepu yang rendah, iaitu sekitar 8%, manakala minyak kelapa sawit mempunyai sehingga 50% peratus asid lemak tak tepu. Pada pendapat anda, minyak apakah yang tahan dengan lebih lama dan tidak mudah dioksidakan? Jelaskan jawapan anda.



# Jadual Berkala Unsur

Kumpulan →

1	1	2	10	18
1	2	8	16	32
2	8	18	36	54
3	18	36	54	72
4	36	54	72	90
5	54	72	90	108
6	72	90	108	126
7	90	108	126	144

1	2	10	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180	198	216	234	252	270	288	306	324	342	360	378	396	414	432	450	468	486	504	522	540	558	576	594	612	630	648	666	684	702	720	738	756	774	792	810	828	846	864	882	900	918	936	954	972	990	1008	1026	1044	1062	1080	1098	1116	1134	1152	1170	1188	1206	1224	1242	1260	1278	1296	1314	1332	1350	1368	1386	1404	1422	1440	1458	1476	1494	1512	1530	1548	1566	1584	1602	1620	1638	1656	1674	1692	1710	1728	1746	1764	1782	1800	1818	1836	1854	1872	1890	1908	1926	1944	1962	1980	1998	2016	2034	2052	2070	2088	2106	2124	2142	2160	2178	2196	2214	2232	2250	2268	2286	2304	2322	2340	2358	2376	2394	2412	2430	2448	2466	2484	2502	2520	2538	2556	2574	2592	2610	2628	2646	2664	2682	2700	2718	2736	2754	2772	2790	2808	2826	2844	2862	2880	2898	2916	2934	2952	2970	2988	3006	3024	3042	3060	3078	3096	3114	3132	3150	3168	3186	3204	3222	3240	3258	3276	3294	3312	3330	3348	3366	3384	3402	3420	3438	3456	3474	3492	3510	3528	3546	3564	3582	3600	3618	3636	3654	3672	3690	3708	3726	3744	3762	3780	3798	3816	3834	3852	3870	3888	3906	3924	3942	3960	3978	3996	4014	4032	4050	4068	4086	4104	4122	4140	4158	4176	4194	4212	4230	4248	4266	4284	4302	4320	4338	4356	4374	4392	4410	4428	4446	4464	4482	4500	4518	4536	4554	4572	4590	4608	4626	4644	4662	4680	4698	4716	4734	4752	4770	4788	4806	4824	4842	4860	4878	4896	4914	4932	4950	4968	4986	5004	5022	5040	5058	5076	5094	5112	5130	5148	5166	5184	5202	5220	5238	5256	5274	5292	5310	5328	5346	5364	5382	5400	5418	5436	5454	5472	5490	5508	5526	5544	5562	5580	5598	5616	5634	5652	5670	5688	5706	5724	5742	5760	5778	5796	5814	5832	5850	5868	5886	5904	5922	5940	5958	5976	5994	6012	6030	6048	6066	6084	6102	6120	6138	6156	6174	6192	6210	6228	6246	6264	6282	6300	6318	6336	6354	6372	6390	6408	6426	6444	6462	6480	6498	6516	6534	6552	6570	6588	6606	6624	6642	6660	6678	6696	6714	6732	6750	6768	6786	6804	6822	6840	6858	6876	6894	6912	6930	6948	6966	6984	7002	7020	7038	7056	7074	7092	7110	7128	7146	7164	7182	7200	7218	7236	7254	7272	7290	7308	7326	7344	7362	7380	7398	7416	7434	7452	7470	7488	7506	7524	7542	7560	7578	7596	7614	7632	7650	7668	7686	7704	7722	7740	7758	7776	7794	7812	7830	7848	7866	7884	7902	7920	7938	7956	7974	7992	8010	8028	8046	8064	8082	8100	8118	8136	8154	8172	8190	8208	8226	8244	8262	8280	8298	8316	8334	8352	8370	8388	8406	8424	8442	8460	8478	8496	8514	8532	8550	8568	8586	8604	8622	8640	8658	8676	8694	8712	8730	8748	8766	8784	8802	8820	8838	8856	8874	8892	8910	8928	8946	8964	8982	9000	9018	9036	9054	9072	9090	9108	9126	9144	9162	9180	9198	9216	9234	9252	9270	9288	9306	9324	9342	9360	9378	9396	9414	9432	9450	9468	9486	9504	9522	9540	9558	9576	9594	9612	9630	9648	9666	9684	9702	9720	9738	9756	9774	9792	9810	9828	9846	9864	9882	9900	9918	9936	9954	9972	9990	10008	10026	10044	10062	10080	10098	10116	10134	10152	10170	10188	10206	10224	10242	10260	10278	10296	10314	10332	10350	10368	10386	10404	10422	10440	10458	10476	10494	10512	10530	10548	10566	10584	10602	10620	10638	10656	10674	10692	10710	10728	10746	10764	10782	10800	10818	10836	10854	10872	10890	10908	10926	10944	10962	10980	11000	11020	11040	11060	11080	11100	11120	11140	11160	11180	11200	11220	11240	11260	11280	11300	11320	11340	11360	11380	11400	11420	11440	11460	11480	11500	11520	11540	11560	11580	11600	11620	11640	11660	11680	11700	11720	11740	11760	11780	11800	11820	11840	11860	11880	11900	11920	11940	11960	11980	12000
---	---	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

1 ← Nombor proton

Simbol unsur → H

← Nama unsur

Jisim atom relatif → 1



Data dan Rumus Kimia  
<https://bit.ly/kpkt5rum>

71	Lu	Lutetium	175
70	Yb	Ytterbium	173
103	Lr	Lawrensium	
69	Tm	Tulium	169
68	Er	Erbium	167
102	No	Nobelium	
101	Md	Mendelevium	
67	Ho	Holmium	165
100	Fm	Fermium	
99	Es	Einsteinium	
66	Dy	Disprosium	162.5
98	Cf	Kalifornium	
65	Tb	Terbium	159
97	Bk	Berkelium	
64	Gd	Gadolinium	157
96	Cm	Kurium	
63	Eu	Europium	152
95	Am	Amerisium	
62	Sm	Samarium	150
94	Pu	Plutonium	
61	Pm	Prometium	
93	Np	Neptunium	
60	Nd	Neodimium	144
92	U	Uranium	238
59	Pr	Praseodimium	141
91	Pa	Protaktinium	231
58	Ce	Serium	140
90	Th	Torium	232
57	La	Lantanida	139
89	Ac	Aktinida	

Siri Lantanida

Siri Aktinida



Bukan logam



Separa logam



Logam

Petunjuk:

# Glosari

**Agen pengoksidaan** – Bahan yang mengoksidakan bahan lain dan diturunkan dalam tindak balas redoks.

**Agen penurunan** – Bahan yang menurunkan bahan lain dan dioksidakan dalam tindak balas redoks.

**Air lembut** – Air yang tidak mengandungi ion kalsium,  $\text{Ca}^{2+}$  atau ion magnesium,  $\text{Mg}^{2+}$  yang terlarut di dalamnya.

**Air liat** – Air yang mengandungi ion kalsium,  $\text{Ca}^{2+}$  atau ion magnesium,  $\text{Mg}^{2+}$  yang terlarut di dalamnya.

**Anod** – Elektrod tempat berlakunya tindak balas pengoksidaan.

**Asid lemak** – Asid karboksilik berantai panjang.

**Elektrolisis** – Proses penguraian sebatian dalam keadaan leburan atau larutan akueus kepada juzuk unsurnya apabila arus elektrik dialirkan melaluinya.

**Elektrolit** – Suatu bahan dalam keadaan leburan atau larutan akueus yang dapat mengalirkan arus elektrik dan mengalami perubahan kimia.

**Formula am** – Formula yang menunjukkan bentuk am formula molekul sesuatu siri homolog.

**Formula molekul** – Formula yang menunjukkan bilangan sebenar atom bagi setiap unsur yang terdapat dalam satu molekul.

**Formula struktur** – Formula yang menunjukkan jenis ikatan dan cara atom-atom dalam suatu molekul terikat antara satu sama lain.

**Gliserol** – Sejenis alkohol yang mempunyai tiga atom karbon dan tiga kumpulan hidroksil,  $-\text{OH}$ .

**Grafen** – Salah satu alotrop bagi karbon selain daripada berlian dan grafit.

**Isomer** – Molekul yang mempunyai formula molekul yang sama tetapi formula struktur yang berbeza.

**Kakisan logam** – Tindak balas redoks iaitu atom logam dioksidakan secara spontan apabila atom logam membebaskan elektron membentuk ion logam.

**Katod** – Elektrod tempat berlakunya tindak balas penurunan.

**Keupayaan elektrod piawai,  $E^0$**  – Beza keupayaan yang terhasil dalam sel setengah pada keadaan piawai dengan kepekatan ion di dalam larutan akueus  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$ , pada suhu  $25^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm atau 101 kPa digandingkan dengan elektrod hidrogen piawai.

**Kumpulan berfungsi** – Kumpulan atom yang terikat pada sebatian molekul organik yang menentukan sifat kimia suatu siri homolog.

**Nanosains** – Kajian pengolahan bahan-bahan pada skala nano, iaitu antara 1 nanometer hingga 100 nanometer.

**Nanoteknologi** – Pembangunan bahan atau peranti dengan memanfaatkan ciri-ciri zarah nano.

**Nombor pengoksidaan** atau **keadaan pengoksidaan** – Cas suatu unsur dalam sebatian jika pemindahan elektron berlaku dalam atom untuk membentuk ikatan kimia dengan atom lain.

**Notasi sel** – Perwakilan singkatan sel kimia, dengan anod di sebelah kiri dan katod di sebelah kanan dipisahkan oleh dua garisan menegak yang mewakili titian garam atau pasu berliang.

**Pempolimeran** – Tindak balas pencantuman monomer untuk menghasilkan polimer.

**Pemvulkanan** – Proses penghasilan getah yang lebih kenyal dan berkualiti melalui penghasilan rangkai silang antara rantai polimer.

**Pengaratan** – Tindak balas redoks di mana proses pengoksidaan ferum kepada ferum(III) oksida terhidrat,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  atau karat.

**Pengesteran** – Tindak balas alkohol dengan asid karboksilik untuk menghasilkan ester dan air.

**Penggalvanian** – Proses menyalut besi dengan lapisan zink supaya tahan karat.

**Penyaduran** – Proses elektrolisis yang dijalankan untuk menyalut permukaan suatu logam dengan suatu lapisan logam lain yang nipis dan sekata.

**Peretakan** – Proses yang berlaku apabila hidrokarbon berantai panjang dipecahkan kepada molekul yang lebih kecil pada suhu tinggi dengan kehadiran mangkin.

**Saponifikasi** – Proses hidrolisis lemak atau minyak oleh alkali.

**Sel Daniell** – Sel kimia terdiri daripada elektrod logam zink, Zn dan elektrod logam kuprum, Cu yang dicelupkan ke dalam larutan garam ion masing-masing.

**Siri elektrokimia** – Satu siri susunan logam mengikut tertib keupayaan elektrod piawai,  $E^0$  daripada paling negatif kepada paling positif.

**Siri homolog** – Kumpulan sebatian organik yang mempunyai kumpulan berfungsi yang sama dan diwakili oleh satu formula am.

**Siri kereaktifan logam** – Suatu siri susunan logam mengikut tertib meningkat kereaktifan logam terhadap oksigen.

**Teknologi Hijau** – Teknologi atau aplikasi yang dibangunkan untuk mengurangkan impak aktiviti manusia terhadap alam sekitar.

**Tindak balas eksotermik** – Tindak balas kimia yang membebaskan haba ke persekitaran.

**Tindak balas endotermik** – Tindak balas kimia yang menyerap haba daripada persekitaran.

**Tindak balas penambahan** – Tindak balas kimia yang berlaku apabila atom lain ditambah kepada setiap atom karbon pada ikatan ganda dua,  $\text{—C=C—}$  untuk membentuk hasil ikatan kovalen tunggal  $\text{—C—C—}$ .

**Tindak balas penukargantian** – Tindak balas kimia yang berlaku apabila setiap atom hidrogen dalam molekul alkana digantikan satu demi satu oleh atom halogen sehingga semua atom hidrogen digantikan.

**Tindak balas redoks** – Tindak balas kimia yang berlaku apabila proses pengoksidaan dan penurunan berlaku serentak.

# Senarai Rujukan

- Abdullah, N., dan Loh, W.L., 1993, *Buku Teks KBSM Tingkatan 5*. Petaling Jaya: Amiza Publishing Sdn. Bhd.
- Bitesize. (2019). "Heat Energy Changes in Chemical Reactions". <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zg84y4j/revision/2>. (20 Oktober 2019).
- Brown, T.L. et al, 2003. *Chemistry: The Central Science* (9th ed.). London: Pearson Education, Inc.
- C.N. Prescott, 2000. *Comprehensive Chemistry for O level Science* (3rd ed.). Singapore: Times Media Private Limited
- Cetree USM. (2018). "Modul Teknologi Hijau". <https://cetree.usm.my/index.php/en/muat-turun/modulsekmen/modul-teknologi-hijau/447-modul-teknologi-hijau-th-bagi-panduan-guru-dan-aktiviti-murid-asas-kelestarian-biologi-fizik-kimia-dan-sains>. (5 Oktober 2019)
- Chang, R., 2005. *Chemistry*. (8th ed.). New York: The McGraw-Hill Companies, Inc
- Chem LibreText. (2019). "Alkanes and Alkane Isomers". [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic\\_Chemistry/Map%3A\\_Organic\\_Chemistry\\_\(McMurry\)/Chapter\\_03%3A\\_Organic\\_Compounds%3A\\_Alkanes\\_and\\_Their\\_Stereochemistry/3.2%3A\\_Alkanes\\_and\\_Alkane\\_Isomer](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Map%3A_Organic_Chemistry_(McMurry)/Chapter_03%3A_Organic_Compounds%3A_Alkanes_and_Their_Stereochemistry/3.2%3A_Alkanes_and_Alkane_Isomer). (12 November 2019)
- Chemistry LibreText, (2019). "Physical Properties of Carboxylic Acids.". [https://chem.libretexts.org/Courses/Eastern\\_Mennonite\\_University/EMU%3A\\_Chemistry\\_for\\_the\\_Life\\_Sciences\\_\(Cessna\)/15%3A\\_Organic\\_Acids\\_and\\_Bases\\_and\\_Some\\_of\\_Their\\_Derivatives/15.04\\_Physical\\_Properties\\_of\\_Carboxylic\\_Acids](https://chem.libretexts.org/Courses/Eastern_Mennonite_University/EMU%3A_Chemistry_for_the_Life_Sciences_(Cessna)/15%3A_Organic_Acids_and_Bases_and_Some_of_Their_Derivatives/15.04_Physical_Properties_of_Carboxylic_Acids). (22 Oktober 2019)
- Earl, B., dan Wilford, D. 2012. *IGCSE Chemistry* (2nd ed.). London: Hodder Education.
- Eng N.H., dan Lim, E.W., 1992. *Buku Teks KBSM Tingkatan 5*. Selangor: Mustamam Enterprise.
- Environment, Health and Safety on Line. (2019). "Food Additives-Are They Safe?". <http://www.ehso.com/ehshome/FoodAdd/foodadditives.htm>. (2 November 2019)
- Gabungan Persatuan-Persatuan Pengguna Malaysia. (2019). "Ketahui Ubat Anda". <http://www.fomca.org.my/v1/index.php/fomca-di-pentas-media/fomca-di-pentas-media-2016/91-ketahui-ubat-anda>. (10 November 2019)..
- Gallagher, R., dan Ingram, P., 2017. *Complete Chemistry for Cambridge IGCSE*. Oxford: Oxford University Press.
- Harwood, R., dan Lodge, I., 2014. *Cambridge IGCSE Chemistry Coursebook with CD-ROM*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hock, L.O., 2006. *Chemistry Expression: An Inquiry Approach : O Level Special Express*. Singapore: Panpac Education Pte Ltd
- Hoong, T.L., dan Daud, C.A., 2018. *Buku Teks KSSM Sains Tingkatan 3*. Selangor: Sasbadi Sdn. Bhd.



# Indeks

- Agen pengoksidaan 1-11, 17-19, 21, 22, 24-26, 53, 58-60, 91, 93, 94
- Agen penurunan 1-3, 5-11, 17-19, 21, 22, 24-26, 50, 53, 58-60
- Alkana 62, 68, 71, 72, 73, 76-78, 80-83, 85-88, 90, 101-106, 109, 110
- Alkena 62, 68, 71, 72, 74, 78-80, 82-88, 90-92, 101-106, 109, 110
- Alkohol 62, 65, 71, 72, 76, 77, 79, 84, 88, 90-99, 101, 102, 104-110, 112, 116, 120, 133, 134, 171, 182
- Alkuna 62, 71, 72, 75, 78, 101, 102, 104, 105, 110
- Anod 2, 27-29, 34-47, 49, 53, 60
- Asid karboksilik 62, 71, 72, 77, 79, 91, 94-98, 108-110, 112, 169
- Asid lemak 108, 109, 166, 167, 169, 170, 196, 197
- Detergen** 68, 106, 164, 169-176, 195
- Elektrolisis 1, 2, 3, 31, 33, 34-49, 51, 58, 60
- Elektrolit 9, 27, 28, 29, 31-34, 37, 43, 45, 47, 52, 54
- Ester 62, 71, 72, 80, 95-100, 109, 110, 112, 166, 169, 170, 178
- Gambar rajah aras tenaga** 114, 116-119, 124, 126, 127, 129, 132, 134, 139, 140
- Getah sintetik 106, 142, 145, 157, 159-162
- Gliserol 109, 166, 170, 171, 196
- Grafen 187, 189, 190, 195
- Haba pembakaran** 106, 113, 114, 120, 132-135, 137, 139
- Haba pemendakan** 113, 114, 120-124, 135, 139
- Haba peneutralan** 113, 114, 120, 127-132, 135, 139
- Haba penyesaran** 113, 114, 120, 125-127, 139
- Haba tindak balas** 113, 114, 117, 120, 122, 139
- Hidrokarbon 61, 62, 64-68, 70, 71, 73-77, 79, 80, 82, 85, 87, 88, 97, 109-111, 146, 147, 169, 171
- Isomer 62, 101-105, 109-111
- Kakisan logam 46, 52, 57
- Katod 2, 27-29, 34-41, 43-47, 49, 53, 56
- Keupayaan elektrod piawai 1, 2, 3, 22-26, 30, 37, 39, 58, 60
- Kosmetik perawatan 195
- Kosmetik rias 195
- Kumpulan berfungsi 71, 73-77, 80, 90, 91, 94, 96, 97, 101, 103-105, 147, 166
- Kumpulan hidroksil 76, 84, 88, 90, 92, 98, 104
- Kumpulan karboksil 77
- Minyak** 56, 60, 63, 64, 66, 67, 76, 83, 107, 109, 111, 160, 164-173, 178, 180, 185, 195-197
- Monomer 85, 142, 144-147, 150, 151, 153, 163
- Nanosains 187, 189, 190
- Nanoteknologi 141, 164, 165, 182, 187-190, 195, 197
- Nilai bahan api 67, 113, 114, 136-139
- Nombor pengoksidaan 4, 11-14, 16, 58, 60
- Notasi sel 28-30, 58, 60
- Pemekat** 177, 178, 195
- Pempolimeran 82, 85, 88, 142, 144, 146-149, 162, 163
- Pemvulkanan 142, 151, 156, 157, 158, 162
- Pengawet 108, 177, 178, 195
- Pengemulsi 164, 165, 177, 178, 180, 195
- Pengesteran 95, 96, 98, 100, 110, 166
- Penggalvanian 56
- Pengoksidaan 1-14, 16-19, 21-28, 30, 36, 40, 43, 45, 47, 49, 53-55, 57-60, 83, 84, 90-94, 110, 116, 152, 158-160, 178
- Penstabil 177, 178, 195
- Penurunan 1, 2, 4-11, 16-19, 21, 23-28, 30, 36, 40, 45, 47, 48, 50, 51, 53, 55, 57-60
- Penyaduran 1, 31, 44, 45, 56, 58
- Peretakan 66, 68, 70, 110
- Perisa 97, 109, 177, 178, 179, 180, 195
- Pewarna 3, 108, 176, 177, 178, 179, 180, 186, 195, 197
- Polimer 68, 85, 107, 109, 141-147, 149-150, 152, 156, 158, 159, 162, 163, 190
- Polimer elastomer 142, 145, 152
- Polimer termoplastik 142, 145
- Polimer termoset 142, 145, 163
- Sabun** 108, 109, 116, 164, 165, 168, 176, 195, 196
- Saponifikasi 164, 170
- Sebatian karbon 62, 64, 66, 70, 100, 111, 133, 144, 166
- Sebatian organik 64, 65, 66, 70, 71, 72, 79, 102, 107, 109
- Sebatian tak organik 64, 66, 70
- Sel Daniell 28, 29
- Sel elektrolisis 1, 2, 31, 38, 41, 43, 47, 58
- Sel kimia 1, 2, 27-31, 43, 53, 58, 60
- Siri elektrokimia 17, 23, 29, 39
- Siri homolog 61, 62, 71-80, 91, 94, 96, 97, 101-106, 109, 110, 111, 151, 166, 168, 196
- Siri kereaktifan logam 48, 51
- Teknologi Hijau** 141, 150, 164, 165, 191, 192, 193, 194, 195, 197
- Tindak balas eksotermik 50, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 127, 132, 136, 137
- Tindak balas endotermik 50, 114, 116, 117, 118, 119, 136, 137
- Tindak balas penambahan 82, 83, 84, 85, 88
- Tindak balas penukargantian 81, 85
- Tindak balas redoks 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 27, 34, 44, 49, 50, 51, 52, 53, 58, 59, 60



Dengan ini **SAYA BERJANJI** akan menjaga buku ini dengan baiknya dan bertanggungjawab atas kehilangannya serta mengembalikannya kepada pihak sekolah pada tarikh yang ditetapkan.

<b>Skim Pinjaman Buku Teks</b>			
<b>Sekolah</b> _____			
Tahun	Tingkatan	Nama Penerima	Tarikh Terima
Nombor Perolehan: _____			
Tarikh Penerimaan: _____			
<b>BUKU INI TIDAK BOLEH DIJUAL</b>			

**RM 11.90**

ISBN 978-967-17523-2-6



9 789671 752326

**FT165001**